ARCHIV FÜR HYGIENE UND BAKTERIOLOGIE




UNIVERSITY
OF MINNESOTA

ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

UNTER MITWIRKUNG VON

Prof. Dr. J. BOCKENDAHL, Kiel; Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Docent Dr. H. BUCHNER, München; Docent Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Moskau; Geh. Rath Prof. Dr. C. FINKELNBURG, Bonn; Prof. Dr. J. v. FODOR, Budapest; Professor Dr. M. GRUBER, Wien; Prof. Dr. R. GSCHEIDLEN, Breslau; Prof. Dr. A. HILGER, Erlangen; Geh. Rath Dr. R. KOCH, Berlin; Professor Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Oberstabsarzt Dr. J. PORT, München; Geh. Rath Dr. REINHARD, Dresden; Regierungsrath Dr. F. RENK, Berlin; Generalarzt Dr. W. ROTH, Dresden; Professor Dr. J. SOYKA, Prag; Prof. Dr. J. UFFELMANN, Rostock; Professor Dr. G. WOLFFHÜGEL, Göttingen.

HERAUSGEGEBEN

VON

J. FORSTER, FR. HOFMANN, M. v. PETTENKOFER,

O. Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

AMSTERDAM LEIPZIG MÜNCHEN.

SIEBENTER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.
1887.

Inhalt.

Zum gegenwärtigen Stand der Cholerafrage.

Von

Max v. Pettenkofer.

(Mit zwei Tafeln.)

(Schluss.)

7. Choleraflucht.

Ich möchte nun zur Beantwortung der Frage übergehen, ob denn auf Grund der localistischen Anschauung, welche den Verkehr mit Cholerakranken ganz frei lässt, überhaupt irgend eine Choleraprophylaxe, sogenannte Präventiv-Maassregeln vorgeschlagen werden können?

Nach meiner Ansicht gehören zum Entstehen einer Choleraepidemie wesentlich stets drei Factoren: 1. der specifische Cholerakeim, 2. die individuelle Disposition der Menschen und 3. die örtliche und örtlich-zeitliche Disposition des Bodens. Ist einer dieser drei Factoren nicht gegeben, so entwickelt sich keine Epidemie, und je abgeschwächter einer dieser drei Factoren wird, um so schwächer und umgekehrt um so heftiger wird die Epidemie sein. Es ist eine bekannte Thatsache, dass jeder Vorgang, welcher von mehreren wesentlichen Ursachen abhängt, nicht zu Stande kommt, wenn auch nur eine davon, gleichviel welche, fehlt, gleichwie eine Kette reisst, gleichviel ob mehrere Glieder, oder nur ein einziges bricht. Alle Präventiv-Maassregeln müssen sich daher in diesen drei Richtungen bewegen, und will ich nun sehen, was sich da überall thun lässt.

Wie die Contagionisten beim Cholerakranken, so müssen die Localisten bei der Choleralocalität anfangen, und wie die Contagionisten vor dem Cholerakranken, so müssen die Localisten vor der Choleralocalität warnen.

Das erste, was hier in Betracht kommt, ist das Verlassen eines Choleraortes, die sogenannte Choleraflucht, welche weder Contagionisten noch Localisten verhindern können, und bei Personen, welche nicht durch Pflichten an den Ort gebunden sind, auch nicht verhindern dürfen, obschon im öffentlichen und privaten Interesse zu wünschen ist, dass die Leute möglichst im Orte bleiben. Die Grösse der Cholera*flucht* hängt von der Grösse der Cholera*furcht* ab, und mir scheint, dass letztere noch grösser ist, wenn man glaubt, dass jeder Kranke und jede Spur seiner Ausleerungen, welche der vollständigen Desinfection entgeht, direct anstecken kann, als wenn man glaubt, dass der Infectionsstoff nur von einzelnen Oertlichkeiten und in der Regel nur in geringer Zahl ausgeht, wogegen man sich durch ein geeignetes, persönliches Verhalten und andere noch zu besprechende Maassregeln fast ebenso schützen kann, als wenn man die Flucht ergreift. Jedenfalls ist die Cholerafurcht unter der Herrschaft der contagionistischen Anschauung gewiss keine geringere, als unter der Herrschaft der localistischen, und wird deshalb die Choleraflucht auch ziemlich gleich gross sein. Die öffentliche Hygiene hat unter allen Umständen damit als einer Thatsache zu rechnen, und um so mehr, als nach Ansicht der Contagionisten damit auch die Gefahr der Weiterverbreitung der Epidemien verbunden ist, was man vom localistischen Standpunkte aus nicht in diesem Maasse anzunehmen braucht.

Dass die Choleraflucht in der That eine sehr wirksame prophylaktische Maassregel ist, zeigen die Schiffe, welche beim Ausbruch einer Epidemie möglichst den Hafen verlassen und auf hohe See gehen. Wir haben oben gesehen, dass die Krankheit auf hoher See regelmässig schnell erlischt, wenn auch einzelne Cholerafälle an Bord sind und mitfahren. Wir haben auch gesehen, wie äusserst selten Ausnahmen von dieser Regel sind, und dass diese Ausnahmen nicht von der Gegenwart von Cholerakranken an Bord herrühren können. Diese prophylaktische Maassregel ist daher beim Seeverkehr längst als eine sehr wirksame Praxis anerkannt und wird allerwärts mit Vortheil geübt. Wenn in einzelnen Fällen die Krankheit auf hoher See sich

dennoch fortsetzt, und hie und da auch so grosse Verheerungen wie auf der Britannia im Krimkriege erfolgen, so hebt das das grosse Uebergewicht der Regel doch nicht auf, und wären auf dem englischen Admiralschiffe Britannia, wenn es auf der Rhede liegen geblieben wäre, wahrscheinlich sogar noch mehr gestorben, gerade so, wie es thatsächlich auf dem französischen Admiralschiffe Ville de Paris war, welches keinen Anker lichtete und keine Schiffsluken schloss. Es wird sich also gewiss auch in Zukunft empfehlen, dass Schiffe, welche mit einem Cholerahafen verkehren, möglichst rasch wieder in See gehen, nachdem sie den Verkehr mit dem Lande auf das Nöthigste beschränkt. Das Ganze dieses persönlichen und sachlichen Verkehres sollte genauer als bisher erhoben werden, um endlich herauszubringen, welche Theile des Verkehrs hie und da ausnahmsweise Cholerainfectionsstoff an Bord bringen, so dass Schiffsepidemien entstehen.

Wie die Cholerafluclit zur See hat sich namentlich in Indien auch die Choleraflucht zu Lande als eine nützliche, prophylaktische Maassregel bewährt und ist dort, soweit es Garnisonen und Gefängnisse betrifft, zu einer officiellen Maassregel geworden, Movement genannt. James Cuningham[1]) spricht sich darüber in seinem 6. Jahresberichte (1869) im allgemeinen aus:

»In der ersten Abtheilung dieses Berichtes sind sehr viele Beispiele von den wohlthätigen Wirkungen der unmittelbaren Entleerung inficirter Gebäude und des Beziehens eines Lagers niedergelegt, und beschränkt sich das nicht bloss auf die europäischen Truppen, sondern dehnt sich auch auf die Eingeborenentruppen und die Gefangenen aus. Es sind allerdings auch einige Fälle angeführt, in welchen keine Ortsveränderung (movement) gemacht wurde, und die Krankheit doch nach einigen wenigen Fällen aufhörte; und wieder andere, in welchen der Ortsveränderung wohl günstige Resultate folgten, jedoch ohne gerade annehmen zu müssen, dass beides in Beziehung von Ursache und Wirkung zu einander stände: aber allgemein genommen kann es keine Frage sein, dass die Ansicht der Beobachter während der letzten Epidemie (1869) der Ortsveränderung entschieden günstig lautet.«[2])

Das schliesst nun nicht aus, dass bei diesen Ortsveränderungen zu Lande ausnahmsweise auch Fälle wie auf den Schiffen vorkommen, dass erst nach dem Movement, entfernt vom Infections-

1) a. a. O. S. 59.
2) Siehe auch meine Verbreitungsart der Cholera in Indien S. 56.

herde, heftige Ausbrüche unter den Ausgewanderten vorkommen; aber diese Fälle sind ebenso auf dem Lande wie auf der See Ausnahmsfälle, und sie werden auf Lagerplätzen auf dem Lande vielleicht häufiger als auf Schiffen zur See vorkommen, weil zu Lande nicht bloss Infectionsstoff von dem Infectionsherde mitgenommen werden kann, sondern weil man zu Lande sogar, wie wir bei der Pilgercholera gesehen haben, in einen noch schlimmeren Infectionsherd hineingelangen kann, als der ist, den man verlässt. Wenn 1873 das Bürgerspital in Speier nach Ausbruch der Hausepidemie ein Lager auf dem oben erwähnten Kartoffelfelde bezogen hätte, wäre es aus dem Regen in die Traufe gekommen.

Immerhin dürfte es sich aber auch bei uns in manchen Fällen als nützlich empfehlen, beim Ansbruch von Epidemien Evacuationen vorzunehmen, wenn man weiss, wohin. Bei uns in München z. B. kennt man ans Erfahrung Plätze, welche gewöhnlich heftig ergriffen werden, und Plätze, welche sehr wenig ergriffen werden oder ganz verschont bleiben. Von unseren 7 Kasernen sind bisher 2, die Salzstadelkaserne nnd die Max II.-Kaserne von Hausepidemien stets verschont geblieben. In diesen Kasernen könnte man die Mannschaften ruhig belassen. Aus den übrigen 5 Kasernen könnte man, wenn es die Jahreszeit gestattet, die Leute in Lagern auf der Lehmschwarte zwischen Haidhausen und Berg am Laim, in den Ziegelstädeln, oder auf dem Marsfelde und dem Kugelfange, auf der obersten Terrasse links der Isar unterbringen, wo die Max II.-Kaserne und das Militärkrankenhaus Oberwiesenfeld liegen, welche immun geblieben sind.

Falls man sich zu einer solchen Ortsveränderung entschliesst, darf man allerdings nicht zu lange warten, bis man sie ausführt. Verlässt man einen Infectionsherd erst, wenn alle Disponirten inficirt sind, oder wenn sich bereits sehr viel Infectionsstoff erzeugt hat, dann brüten die Leute auch an einem immunen Orte die Cholera aus, oder nehmen Infectionsstoff mit, ähnlich, wie es auf Schiffen vorkommt. Da können wenige Tage entscheidend sein. Am 19. August 1865, an welchem Tage der erste Cholerafall in Gibraltar beobachtet wurde, ging der linke Flügel des 1. Bataillons des englischen 9. Inf.-Regimentes auf dem Transportdampfer

»Windsor Castle« von Gibraltar nach dem Cap der guten Hoffnung ab und kam dort ganz gesund an: am 23., wo sich die Cholerafälle schon vermehrt hatten, ging der rechte Flügel an Bord des »Renown« ebendahin ab und hatte während der Reise 17 Erkrankungen und 14 Todesfälle an Cholera.

Im 104. Regimente zu Pesháur (in einem Seitenthale des Indus) erschien die Cholera am 11. September 1869 [1]). Am 13. September, nachdem im Regimente 5 Fälle vorgekommen waren, brach der linke Flügel nach der Bergstation Chirút auf, wo er am 30. September ankam. Er hatte während des Marsches neben mehreren Diarrhöen 3 Cholerafälle, von welchen 2 tödlich endeten. — Der rechte Flügel desselben Regimentes brach am 17. September, also 5 Tage später auf, erreichte Chirút am 7. October und hatte auf dem Marsche 68 Cholerafälle und 42 Todesfälle.

Weder in den Gegenden, durch welche die Soldaten zogen, noch in Chirút vermochten sie die Cholera einzuschleppen, d. h. Epidemien hervorzurufen. Cholerakranke, Infectionsstofffabricanten nach Ansicht der Contagionisten, hatten beide Flügel mit auf den Weg genommen; aber es ist nicht einzusehen, warum im linken Flügel die Cholerakette so dünn und kurz blieb, und warum sie im rechten Flügel so gar dick und lang wurde, wenn man auf dem contagionistischen Standpunkte stehen bleiben will; dem ja nicht bloss ein einziger Cholerakranker, sondern schon eine einzige Ausleerung eines solchen, ja ein davon etwas beschmutztes Hemde genügt, um einen ganzen Welttheil anzustecken.

Bei der Choleraflucht kommt auch die Frage in Betracht, wie weit damit eine Verbreitung der Krankheit und der Epidemien verbunden sein kann. Die Möglichkeit der Infection durch eine genügende, vom Choleraorte mitgebrachte Menge Infectionsstoff lässt sich auch vom localistischen Standpunkte aus nicht in Abrede stellen. Etwas anderes ist es mit dem Entstehen von Epidemien, davon kann man erfahrungsgemäss die Choleraflüchtlinge ganz frei sprechen. Den Cholerakeim verbreitet der

---

1) Sixth Report p. 40.

menschliche Verkehr von Choleraorten aus nicht bloss durch Cholerakranke, sondern auch durch Gesunde und selbst schon zu Zeiten, wo sich oft noch gar keine Cholerafälle zeigen. Ich erinnere an die vielen Thatsachen, welche ich früher in dem Kapitel »Contagionisten« und im Abschnitte »Verbreitung durch persönlichen Verkehr auf dem Lande«, auch gelegentlich der Besprechung der »örtlich-zeitlichen Disposition« (Latenz des eingeschleppten Cholerakeimes) angeführt habe. Wenn ein Ort zeitlich disponirt ist, wird er ergriffen, auch ohne dass dort ein von aussen gekommener Cholerafall constatirt zu werden braucht. Den Choleraflüchtlingen könnte ein Ort seine Thore mit Aussicht auf Erfolg nur verschliessen, wenn er auch jeden anderen persönlichen und sachlichen Verkehr aufgeben würde, was bekanntlich eine Unmöglichkeit ist.

Was nun die hie und da vorkommenden einzelnen Infectionen durch Personen und Choleraflüchtlinge aus Choleraorten anlangt, so sind sie allerdings ein Uebel; aber, vom epidemiologischen Standpunkt aus betrachtet, doch nur ein kleines. Es lohnt sich jedoch immer noch der Mühe, darüber nachzudenken, wie auch diesem kleinen Uebel am besten vorgebeugt werden kann, unter welchen Umständen gewöhnlich am wenigsten ektogener Infectionsstoff aus Choleraorten mitgenommen wird.

Wie viele tausend Menschen mögen 1854 von Marseille und Paris nach Lyon geflohen sein, und doch wurde nur der einzige Fall von dem Herrn und seiner Frau aus Marseille, die im Mailänder Hofe abstiegen, bekannt, wodurch die Infection der Wäscherfamilie in Craponne erfolgte.

Für ein genaueres Studium der Gefahr, dass Infectionsstoff aus Choleraorten durch Abreisende und Choleraflüchtlinge mitgenommen wird, eignet sich nach meiner Ansicht nichts besser, als die Entlassungen während einer Epidemie aus Gefängnissen, wo die Verhältnisse am einfachsten und klarsten liegen. Ich kann dazu die Gefangenanstalt zu Laufen und das Arbeitshaus zu Rebdorf empfehlen, wo 1873 alle Entlassungen aufs genaueste verfolgt worden sind. Bei jedem einzelnen Falle wurde ermittelt[1]):

1) Berichte der Choleracommission für das deutsche Reich Heft 2 S. 82.

1. wohin die Entlassenen vom Gefängnisse aus ihren Weg nahmen, überhaupt, wo sie bis zur Stunde sich aufgehalten, namentlich auch, wo sie überall übernachtet haben,
2. wo sie etwa einzelne, aus der Anstalt mitgenommene Kleidungsstücke oder sonstige Gegenstände gelassen haben,
3. ob sie selbst seit Verlassen der Anstalt an Cholera oder choleraverwandten Erscheinungen erkrankt sind, eventuell wann, ebenso
4. ob Jemand in ihrer nächsten Umgebung, in Häusern, in welchen sie geschlafen oder sich längere Zeit aufgehalten haben, an derartigen Erscheinungen erkrankt ist,
5. ob die so Erkrankten mit den Entlassenen in unmittelbare Berührung gekommen sind?

Fast bei allen Entlassenen konnten diese Fragen beantwortet werden. In den wenigen Fällen, in welchen es nicht möglich war, stehen wenigstens zwei entscheidende Thatsachen fest, nämlich, dass diese Entlassenen selbst nicht an Cholera erkrankt sind, weil sonst die Heimatsgemeinden eine Rechnung für Kur- oder Begräbniskosten erhalten hätten, und dass in den Orten, durch welche sie zogen, auch keine Cholerafälle vorgekommen sind, welche gleichfalls der Kenntnis der Behörden nicht entgangen wären.

In den Berichten der Choleracommission für das deutsche Reich ist das Resultat der Untersuchungen über die Entlassungen aus der Gefangenanstalt Laufen [1]) und aus dem Arbeitshause Rebdorf [2]) mitgetheilt.

Der erste Cholerafall in der Gefangenanstalt Laufen wurde am 29. November, der letzte am 16. December constatirt. Da man ein Incubationsstadium von mehreren Tagen jedenfalls annehmen muss, so zähle ich nicht bloss die Entlassungen vom 29. November bis 16. December, welche 26 betrugen, sondern auch noch die vom 21. bis 29. November, welche 24, zusammen also gerade 50 betrugen.

Im Arbeitshause Rebdorf kam der erste Cholerafall am 22. November, der letzte am 15. Januar vor, und wurden vom

1) Heft 2 S. 82 und S. 106.
2) Heft 4 S. 30.

24. November bis 21. Januar 44 Gefangene entlassen, deren Marsch ebenso genau, wie der aus Laufen Entlassenen verfolgt wurde.

Laufen und Rebdorf zusammen haben somit 94 solche Fälle geliefert, was als ein förmliches, epidemiologisches Experiment betrachtet werden kann, und auch von den Contagionisten betrachtet werden würde, wenn es 94 Kaninchen oder Meerschweinchen und nicht 94 Menschen gewesen wären.

In Laufen verlassen die Gefangenen die Anstalt meistens auf freiem Fusse und werden nur wenige unter polizeilicher Escorte (Schub) weiter befördert. Man unterliess da auch nach Ausbruch der Cholera diejenigen, welche nach überstandener Strafzeit frei wurden, noch einige Tage länger behufs Beobachtung, ob sie nicht inficirt seien, zurückzuhalten. Die Direction konnte es nicht aufs Gewissen nehmen, die Leute auch nur eine Stunde länger in diesem schrecklichen Infectionsherde zu lassen. Es kam ohnehin fast zu einer Empörung. Der grössere Theil der Gefangenen war nur auf kurze Zeit, meist nur auf einige Monate wegen Raufexcessen, Körperverletzungen und sonstiger leichter Verbrechen verurtheilt. Als das grosse Sterben begann, riefen Viele: »wir sind zum Tod verurtheilt, wenn wir dableiben müssen, man muss uns hinauslassen!« Sie fügten sich erst, als man ihnen erklärte, dass die Wachen verstärkt seien, dass die Soldaten alle scharf geladen hätten und jeden niederschiessen würden, der wagte, sich zu widersetzen.

In Rebdorf, wo die Krankheit viel allmähliger und milder auftrat, wurde die Vorsicht gebraucht, dass die Entlassungen nicht wie in Laufen direct aus den einzelnen Sälen erfolgten, sondern jeder zu entlassende Sträfling einige Tage lang von den übrigen Gefangenen abgesondert gehalten, beobachtet und nur, wenn er gesund erschien, auf freien Fuss gesetzt wurde.

Von den in Laufen vor Auftreten des ersten Cholerafalles entlassenen 24 Gefangenen erkrankten nachträglich 2, und zwar an verschiedenen Orten zu gleicher Zeit. Der eine, am 23. November entlassen, erkrankte im Arbeitshause Rebdorf, wohin er verschubt worden war, am 1. December an einer heftigen Diarrhöe, der später (7. December) ein ausgebildeter Choleraanfall folgte;

der andere, am 25. November entlassen, erkrankte auch am 1. December zu Friedenheim bei München.

Von den 26 nach Ausbruch der Cholera in Laufen entlassenen Gefangenen erkrankten 2 schwerer. Der eine Fall wurde am 2. December entlassen, reiste von Freilassing bei Salzburg auf der Eisenbahn über München, Augsburg und Ulm in seine Heimat Dattenhausen, wo er am 3. December vormittags ankam. In der Nacht vom 3. auf den 4. December erkrankte er da, genas aber. Vor seiner Entlassung aus der Anstalt waren in dieser erst einige Cholerafälle vorgekommen, und verheimlichte man noch, um eine Panik zu verhüten, den Gefangenen die Gegenwart der Krankheit. Da auch der herbeigerufene Arzt in Dattenhausen noch nichts von einem Ausbruch der Cholera in Laufen wusste, erklärte er den Fall als Cholera nostras. Erst mehrere Tage später wurde der Ausbruch der Cholera in Laufen bekannt, und wurden nun nachträglich auch die damals üblichen Desinfectionsmaassregeln im Hause des Falles von Cholera nostras angeordnet.

Der andere, der bereits früher besprochene Fall Königsbauer, wurde am 7. December entlassen und kam bekanntlich am 9. December abends im Zustande des Choleratyphoides ins Krankenhaus zu Vilsbiburg, wo er am 15. December wieder genesen entlassen wurde.

Von den 44 aus dem Arbeitshause Rebdorf während der Dauer der Epidemie entlassenen Sträflingen erkrankten 5 an choleraähnlichen oder choleraverdächtigen Symptomen. Ein Fall, am 29. November entlassen, erkrankte auf seinem Wege über Pappenheim etc. in Gunzenhausen und wurde vom Arzte für cholerakrank erklärt, obschon mehrere Symptome fehlten und es sich vielleicht nur um eine heftige Kolik handelte.

Der zweite Fall wurde am 27. December entlassen und erkrankte am 29. December auf dem Wege von Eichstätt nach Kipfenberg an heftiger Diarrhöe.

Der dritte Fall, am 6. Januar entlassen, kam am 7. Januar in Ingolstadt mit Diarrhöe an. Er ging dort bei einem Eisenbahnbau in Arbeit. Da ihn aber die Diarrhöe nicht verliess,

trat er am 20. Januar in das dortige Krankenhaus ein, wo die Diagnose febris gastrica gestellt wurde.

Der vierte Fall, am 7. Januar entlassen, kam am 11. Januar in Regensburg an, nahm gleichfalls Arbeit beim Bau einer Eisenbahn, musste aber am 20. Januar wieder aus der Arbeit treten, weil ihn die übrigen Arbeiter wegen seiner heftigen Diarrhöe für cholerakrank hielten und nicht mehr unter sich duldeten.

Endlich der fünfte Fall, am 12. Januar entlassen, kam am 28. Januar mit heftiger Diarrhöe in seiner Heimat an. Die Zeit des Beginns der Diarrhöe ist nicht angegeben: sie dauerte in seiner Heimat noch längere Zeit an.

Unter diesen fünf Fällen ist keine einzige schwere Erkrankung, der erste Fall hat wahrscheinlich mit Cholera gar nichts zu thun und wurde nur für choleraverdächtig gehalten, weil der Betreffende aus Rebdorf kam.

Auffallend ist, dass die übrigen 4, wirklich choleraverdächtigen Fälle, alle ziemlich gleichzeitig (27. December bis 12. Januar) entlassen wurden. Die Epidemie begann am 22. November, und waren bis zum 27. December bereits 25 Entlassungen von den 44 in Allem erfolgt, von welchen nur einer an einer verdächtigen Kolik erkrankte. Ich habe in meinem Berichte an die Choleracommission [1]) die Vermuthung ausgesprochen, dass zu dieser Zeit vielleicht das Contumazzimmer in Rebdorf ein schwacher Infectionsherd gewesen sei; denn in der Anstalt war die Cholera ja schon längst aufgetreten, und hat Dr. Lutz ein saalweises Durchseuchen der Anstalt nachgewiesen, und könnte es so auch schliesslich, wenn auch in geringem Grade und in milder Form in dieses Zimmer gekommen sein.

Die Hauptfrage aber nun ist, ob diese 94 Entlassungen aus Laufen und Rebdorf irgendwo auf den zahlreichen Wegen, welche die Gefangenen nahmen, Cholerafälle verursacht haben?

Die Entlassenen verbreiteten sich in den verschiedensten Richtungen über Oberbayern, Niederbayern und theilweise auch nach Schwaben und Neuburg, einige auch nach Oberpfalz, Mittel-,

---

1) a. a. O. S. 35.

Ober- und Unterfranken; aber nirgends zeigte sich auch nur eine Spur von Infection, weder in den betreffenden Orten überhaupt, noch in Häusern oder bei Personen, mit welchen die Entlassenen unmittelbar verkehrten. Dieses negative Resultat blieb sich ganz gleich auch bei den Entlassenen, welche auf ihrem Wege oder in ihrer Heimat an Diarrhöe, Cholerine oder Cholera erkrankten; auch diese Kranken vermochten nirgend eine Infection hervorzurufen. Namentlich Laufen war ein so schrecklicher Infectionsherd, dass man eine Weiterverbreitung der Krankheit durch die Entlassenen (Flüchtlinge) von da aus erwarten musste. Der arme Königsbauer durchzog zahlreiche Ortschaften, wo er überall Reiswasserstühle zurückliess und fuhr schliesslich in einem überfüllten Poststellwagen von Altötting bis Vilsbiburg, wo er endlich bewusstlos liegen blieb und ins Krankenhaus aufgenommen wurde, wo er erst nach mehreren Tagen wieder zum Bewusstsein kam und von seinem Choleratyphoid genas. Nirgends in den verschiedenen Orten hat man auch nur einen Versuch einer Desinfection oder Isolirung gemacht, auch nicht machen können, da man erst durch die im Januar angestellten Untersuchungen erfahren konnte, wo der Kranke überall gewesen war und Cholerastühle zurückgelassen hatte. Erst im Krankenhause zu Vilsbiburg wurde er isolirt und seine Ausleerungen desinficirt; aber noch nach einer Methode, welche nach den Untersuchungen von Koch und Wolffhügel ganz und gar nutzlos ist.

Der zweite Cholerafall von den aus Laufen entlassenen Gefangenen war einer, bei welchem weder Isolirung noch Desinfection angewendet wurde. Derselbe, am 2. December entlassen, ging, wie schon erwähnt, von Laufen über München und Augsburg bis Ulm per Bahn und von da in seine Heimat zu Fuss, wo er in der Nacht vom 3. auf den 4. December so heftig erkrankte, dass noch in der Nacht nach dem Arzte geschickt wurde. Weder der Kranke noch der Arzt wusste, dass in Laufen die asiatische Cholera ausgebrochen sei, und wurde deshalb der Fall auch vom Arzte als Cholera nostras erklärt, weder isolirt, noch desinficirt. Erst als der Ausbruch der Cholera in Laufen durch die Presse mehrere Tage später bekannt wurde, machte man auch da die

damals üblichen Desinfectionen, welche aber nach den Untersuchungen von Koch und Wolffhügel, wie eben erwähnt, ganz werthlos sind. Weitere Erkrankungen sind weder in der Familie des entlassenen Gefangenen, noch in seinem Wohnorte Dattenhausen vorgekommen.

Von den in Rebdorf entlassenen und danach in Freiheit erkrankten Personen sind namentlich die Fälle vom 6. und 11. Januar bemerkenswerth, weil beide beim Eisenbahnbau in Arbeit gingen, der eine bei Ingolstadt, der andere bei Regensburg. Die Diarrhöe des letzteren muss sehr heftig gewesen sein, weil ihn die Kameraden nicht mehr unter sich duldeten, und doch wurde keiner angesteckt. Unter den vielen Eisenbahnarbeitern sind doch gewiss disponirte und noch nicht durchseuchte Individuen gewesen.

Die aus den beiden Gefängnissen während der kritischen Zeit entlassenen 94 Gefangenen sind als Choleraflüchtlinge zu betrachten: sie haben die Krankheit nicht nur nirgends verbreitet, sondern sind viel besser weggekommen, als ihre in den Gefängnissen gebliebenen Genossen: kein einziger ist gestorben. Das spricht doch sehr zu Gunsten der Cholerafiucht. Unter den 50 aus Laufen Entlassenen kamen 2 Cholerafälle und 2 Diarrhöen vor = 4 % Cholera und 4 % Diarrhöen, und starb keiner, während die Cholerafälle im Gefängnisse 24,5 und die Diarrhöen 23,9 % betrugen und 15,9 % an Cholera starben.

In Rebdorf verhältnismässig die gleichen günstigen Verhältnisse für die Choleraflüchtlinge.

Man muss nun aber auch vom localistischen Standpunkte aus fragen, warum die Flüchtlinge aus diesen Choleralocalitäten in keinem einzigen Falle so viel localen, ektogenen Infectionsstoff mitgenommen haben, welcher genügt hätte, eine Infection bei anderen auswärts zu bewirken? Solche Fälle von einzelnen Infectionen, welche sporadisch bleiben, kommen ja vor, und habe ich selber mehrere oben angeführt und wiederholt besprochen. Aus dem Jahre 1854 ist mir auch ein Fall bekannt, wo eine aus dem weiblichen Zuchthause Kloster Ebrach Entlassene nach

Hause gekommen ihre Mutter ansteckte, welcher der einzige Fall im Orte blieb.

Von diesen beiden Gefängnissen in Bayern im Jahre 1873, dachte ich, könnte man lernen, wie man die Flucht aus einem Choleraorte nach auswärts ganz unschädlich machen kann, so dass auswärts höchstens noch bereits inficirte Flüchtlinge selbst erkranken und auch sterben, dass sie aber für andere keinen Infectionsstoff in genügender Menge aus einem Choleraorte mitbringen. Solche Aus- und Mitschleppungen von ektogenem Infectionsstoff aus Choleraorten sind zwar ohnehin schon sehr selten und haben daher auch keine grosse epidemiologische Bedeutung, wie sowohl der Verkehr auf den Schiffen als auch zu Lande schon immer gezeigt hat; aber sie lassen sich, wie die Fälle von Laufen und Rebdorf zeigen, ganz verhindern. Aus solchen Anstalten werden wohl trotz Contumazzeit cholerainficirte Menschen entlassen; aber diese bringen keinen Infectionsstoff, jedenfalls keine genügende Menge davon, nach auswärts mit, was namentlich in dem Falle von Laufen höchst auffallend ist, weil er dort in reichlichstem Maasse vorhanden gewesen sein muss.

Wie wurden nun da die Gefangenen entlassen?

Schon mehrere Jahre vor der Cholerazeit wurde in Bayern eine Verordnung erlassen, die im Jahre 1854 noch nicht bestand, wie die Gefangenen beim Eintritt und Austritt in einem Strafgefängnisse zu behandeln sind.

Man kann sagen, dass seit dem Bestehen dieser Verordnung die Gefangenen wie nackt in allen Strafgefängnissen eintreten und sie auch wieder so verlassen. In den Untersuchungsgefängnissen behalten wenigstens einzelne noch ihre Kleider, in welchen sie eingeliefert werden, die sie also von anderen Orten her mitbringen, aber beim Eintritt in ein Strafgefängnis muss der Gefangene, noch ehe er einer Abtheilung zugewiesen wird, sich völlig entkleiden, ein Reinigungsbad nehmen und die Anstaltskleidung anziehen, und wird nun dem Director der Anstalt und dem Arzte vorgestellt. Es ist disciplinärer Grundsatz, dem Gefangenen gar nichts von dem, was er mitbringt, zu lassen, nicht einmal einen Kamm oder ein Sacktuch, selbst nicht ein Bruch-

band, wenn er einen Leibschaden hat, auch in diesem Falle erhält er das Unentbehrliche von der Anstalt. Alles empfängt er von der Anstalt. — Infectionsstoffe können daher von Gefangenen durch Effecten, welche sie von anderen Orten her in die Anstalt mitbringen, gewiss nur schwierig eingeschleppt werden, soweit diese nicht in den Personen selbst ruhen.

Alles, was die Gefangenen mitbringen, wird möglichst gereiniget, gelüftet und in einem Magazine bis zur Entlassung aufbewahrt. Diese Magazine befinden sich meistens auf den Speichern.

Während der Gefangenschaft leben sie in den Werk- und Schlafsälen, mit der kurzen Unterbrechung durch die Weg- und Zeitstrecke zwischen diesen beiden Orten und etwas Bewegung in freier Luft in den Gefängnishöfen (Spaziergang). In Laufen hielten sich die Gefangenen die Woche über in den Schlafsälen lediglich zum Schlafen auf, und verweilten zu diesem Zwecke darin von abends 7½ Uhr bis morgens 6 Uhr. Morgens von 5½ Uhr bis 6 Uhr machten sie ihre Betten und wuschen sich Gesicht und Hände mit dem abends vorher in hölzernen Gefässen (Pitschen) mitgenommenem Wasser aus dem Brunnen im sog. Spitalhofe.

Nur an Sonn- und Feiertagen wurde in den Schlafsälen gegessen, an welchen Tagen die Gefangenen überhaupt ihre ganze Zeit, den vormittägigen einstündigen und den nachmittägigen halbstündigen Gottesdienst und den nachmittägigen einstündigen Spaziergang ausgenommen, in den Schlafsälen zubringen. Der Tag des Ausbruches der Epidemie (29. November 1873) war ein Freitag und Werktag.

Die Leibwäsche (Hemde, Halstuch, Sacktuch, Strümpfe, Handtuch, Unterhose, wenn aus Gesundheitsrücksichten der eine oder andere eine trägt) wechseln die Gefangenen allwöchentlich in den Schlafsälen, Samstag abends vor dem Schlafengehen, wo sie zu dieser Zeit auch mit lauwarmem Wasser in hölzernen Wannen die Füsse waschen. Wenn sie da die neue Leibwäsche empfangen, legen sie die alte auf einen Stuhl neben dem Bette, um sie Sonntag morgens einzuliefern, wonach dieselbe in die Waschküche gebracht wird. Das Fusswasser wird sogleich nach dem Gebrauche noch am Samstag abends aus den Schlafsälen ent-

fernt und in die nächstgelegenen Ausgüsse auf den Gängen geschüttet.

Bei dieser Gelegenheit können die Gefangenen auch andere Kleidungsstücke (Hose, Jacke, Kappe, Schuhe, Weste) austauschen, wenn solche etwa zu abgenützt oder schadhaft geworden sind.

Das Bett ist eine einschläfrige, hölzerne Bettstelle mit Strohsack und Strohpolster. Jeder Gefangene hat zwei Leintücher (ein Ober- und ein Unterleintuch) und eine wollene Decke. Die Bettwäsche (d. i. die zwei Leintücher) wird alle vier Wochen gewechselt, die Strohsäcke werden einmal im Jahre frisch gefüllt und dreimal nachgefüllt. Bei diesen Gelegenheiten werden auch Strohsack- und Polsterüberzüge gewechselt. Die wollenen Bettdecken werden jährlich gewalkt und von Zeit zu Zeit ausgeklopft.

In den Arbeitssälen dauert der Aufenthalt von morgens 6 bis abends 7½ Uhr, die nachmittägige Spazierstunde abgerechnet, und wird in den Wochentagen auch Frühstück, Mittag- und Abendessen in den Arbeitssälen eingenommen.

Wenn nun ein Gefangener nach überstandener Strafzeit entlassen werden soll, legt er alles ab, was er in der Anstalt getragen hat, wird dann gebadet, zieht seine eigenen Kleider, welche er beim Eintritt mitgebracht, wieder an und empfängt auch alle sonstigen Effecten, welche er beim Eintritte abliefern musste, wieder aus dem Magazine zurück. Es sind Ausnahmen, wenn einem gegen Bezahlung etwas von der Anstalt überlassen wird, was hie und da geschieht, um gar zu arge Blössen zu bedecken.

Die Gefangenen in Laufen verlassen, wie schon erwähnt, die Anstalt meistens auf freiem Fusse, nur wenige werden unter polizeilicher Aufsicht weiter befördert (geschubt). Erst vom 9. December an wurde wegen der in der Anstalt herrschenden Cholera jeder Entlassene in die Heimat geschubt, unter welche Maassregel aber von den 50 während der kritischen Zeit Entlassenen nur mehr 12 verfielen.

Dass die Cholera von allen bayerischen Gefängnissen gerade Laufen so schrecklich bevorzugte, kann seinen Grund nicht in dem Gefangenenmaterial, auch nicht in besonders ungünstigen sonstigen Verhältnissen haben. Laufen ist nicht Zuchthaus, oder

Strafarbeitshaus, sondern nur Gefangenanstalt, so dass man nicht ein durch lange Haft geschwächtes Material erwarten darf. Von den 522 Gefangenen waren 359 (68 %) weniger als 6 Monate in Haft, von 6 Monaten bis zu 1 Jahr 110 (21 %), von 1 bis zu 2 Jahren 41 (8 %), von 2 bis zu 3 Jahren 18 (3 %), mehr als 3 Jahre nur 3. Von der ersten Abtheilung starben 15 %, von der zweiten 16, von der dritten 27 % an Cholera [1]). Bei der vierten und fünften Abtheilung sind die Zahlen zu klein, um daraus Schlüsse ziehen zu können. Man kann also nicht sagen, dass die Gefangenanstalt Laufen so arg mitgenommen wurde, gerade weil die Haftdauer der meisten erst eine verhältnismässig kurze war, und erst wenige sich dem Gefängnisleben accomodirt hatten, etwa wie in den Kasernen, wo die Rekruten mehr zu leiden haben, als die ältere Mannschaft, es zeigt sich im Gegentheil, dass in Laufen die Todesfälle mit der Haftdauer zugenommen haben, und da muss es um so mehr auffallen, dass die Zuchthäuser in Bayern, welche mit schweren Verbrechern gefüllt waren, von welchen viele auf Lebenszeit verurtheilt sind, von der Krankheit kaum berührt wurden. Das grosse Zuchthaus München (Vorstadt Au) hatte 1873/74 keinen einzigen Fall. Im Zuchthause Lichtenau (Mittelfranken) wurde die Cholera aus dem Untersuchungsgefängnisse München, das an der Winterepidemie theilnahm, zweimal ohne Folgen eingeschleppt [2]). Dass den Gefangenen in Lichtenau die individuelle Disposition nicht fehlte, zeigte sich an einem Zuchthaussträfling von da, welcher zu einer Vernehmung vor dem Schwurgerichte in das Untersuchungsgefängnis nach München abgeliefert wurde, wo er während seines Aufenthaltes am 16. December an Cholera erkrankte und am 18. December starb.

Wenn es möglich wäre, alle Choleraflüchtlinge aus Choleraorten so zu behandeln und zu entlassen, wie die Gefangenen in Laufen und Rebdorf, so wären auswärts Infectionen, wie z. B. durch den Zollinspector und den Herrschaftsdiener aus München in Gräfendorf und Hausen und durch den Schiffer Bernard von

1) Dr. Beer, Berichte der Choleracommission für das deutsche Reich Heft 2 S. 54.

2) Berichte der Choleracommission für das deutsche Reich Heft 4 S. 43.

der Insel Yeu nicht zu befürchten, Da diess aber kaum möglich sein wird, so wird man sich so einzelne Infectionen immerhin auch ferner gefallen lassen müssen. Viel können da jedenfalls Aerzte und Behörden thun, wenn sie das Publikum darauf aufmerksam machen, dass Gefahren damit verbunden sind, wenn die Flüchtlinge einen Choleraort nicht wie frisch gebadet und nicht mit reiner Wäsche und reinen Kleidern und mit längere Zeit nicht gebrauchten Effecten verlassen. Man war bisher nur immer bestrebt, die Einschleppung der Cholera in cholerafreie Orte durch Kranke zu verhindern, man richtet vielleicht mehr aus, wenn man strebt, die Ausschleppung durch Personen zu verhindern, welche einen Choleraort verlassen.

In dieser Beziehung stehen die Verhältnisse beim Militär wohl den Verhältnissen, welche ich eben bei den Gefängnissen geschildert habe, am nächsten; denn der Soldat darf seinen Posten und seinen Wohnort ebensowenig willkürlich verlassen, als der Gefangene. Beim Militär ist es eine grosse und wichtige Frage im Kriegsfalle, ob man, falls die Cholera auf dem Kriegsschauplatze ausbricht, Truppentheile und Gefangene nach einem noch cholerafreien Hinterlande evacuiren darf. Es handelt sich auch da weniger um Verbreitung der Cholera in epidemischer, als in sporadischer Form; denn der Keim zu Epidemien wird durch den menschlichen Verkehr immer schon viel früher verbreitet, als sich die Epidemien entwickeln können, welche sich nur entwickeln, wo und wann die örtlich-zeitliche Disposition gegeben ist. Welch' gewaltige Unterschiede das macht, konnte man am besten in Deutschland in dem Kriegs- und Cholerajahre 1866 sehen. Dresden und Leipzig z. B. waren damals von Truppenzügen nach und von dem Kriegsschauplatze, hin und her gleich betheiliget, ja Dresden vielleicht noch viel mehr als Leipzig. Leipzig litt so schwer, wie noch nie, während Dresden kaum berührt wurde, ja der ganze Regierungsbezirk Dresden hatte im Kriegsjahre 1866 viel weniger Cholerafälle, als im Friedensjahr 1873. Der deutsch-französische Krieg 1870/71 verlief glücklicherweise ohne Cholera; aber es kamen da Infectionskrankheiten auf dem Kriegsschauplatze vor, z. B. Abdominaltyphus

und Ruhr, welche in ihrer Verbreitungsweise und in ihrer Abhängigkeit von Ort und Zeit mit der Cholera die grösste Aehnlichkeit haben, und jedenfalls ebenso wie die Cholera zu den contagiös-miasmatischen, oder miasmatisch-contagiösen Krankheiten gezählt werden. Man hat viele Tausende solcher Kranken nach den verschiedensten Gegenden in ganz Deutschland evacuirt, ohne dadurch Epidemien zu verbreiten, wie aus dem VI. Bande des grossen, vortrefflichen Kriegs-Sanitätsberichts »Seuchen« hervorgeht, worüber sich Oberstabsarzt Dr. Port erst kürzlich in der ihm eigenen, klaren und objectiven Weise ausgesprochen hat [1]). Port's Aeusserungen, die nichts Hypothetisches, sondern nur Thatsächliches enthalten, erscheinen mir so wichtig, dass ich wünschen muss, dass nicht bloss Militärärzte und Militärbehörden, sondern auch Civilärzte und Civilbehörden sie lesen und beherzigen möchten. Ich gebe daher im Anhange die Abhandlung Port's vollständig. Hier sei daraus nur die Thatsache erwähnt, »dass von den 74000 typhösen und 39000 Ruhrerkrankungen, welche die deutsche Feldarmee von Mitte Juli 1870 bis Ende Juni 1871 lieferte, massenhafte Transporte unausgesetzt an die Grenze gingen, um von hier aus nach allen Theilen von Deutschland zerstreut zu werden. Man war anfangs bei den Typhuskranken wegen des oft ungewöhnlich starken Exanthems besorgt, dass man es mit dem gewöhnlichen Begleiter der Kriegsheere, dem exanthematischen Typhus zu thun habe. Aber sobald man sich an dem Freibleiben der Wärter überzeugt hatte, dass eine ansteckende Krankheit nicht vorliege, wurde die Evacuation mit der grössten Unerschrockenheit in's Werk gesetzt. Das Resultat war über alles Erwarten günstig. Jede irgend erhebliche Weiterverbreitung auf die Civilbevölkerung des Heimatlandes blieb aus, im schärfsten Gegensatze zu den Erfahrungen, welche gleichzeitig bezüglich der Pocken und in früheren Jahren bezüglich des Flecktyphus gemacht wurden.«

Da nun selbst die Contagionisten zugeben werden, dass der Cholerabacillus nicht ansteckender wirkt, als der Typhusbacillus,

1) Typhus und Ruhr im Lichte der Kriegserfahrungen von 1870/71. Deutsche militärärztliche Zeitschrift 1887 Heft 3 S. 131.

so kann mit Sicherheit geschlossen werden, dass man mit den Cholerakranken ebenso verfahren darf, wenn etwa auf einem Kriegsschauplatze die Cholera ausbricht.

Port macht bezüglich der Cholera den Contagionisten eine kleine Concession, indem er sagt: »Etwas abweichende Evacuationsgrundsätze könnten bei Krankheiten angezeigt erscheinen, die zwar denselben Verbreitungsgesetzen unterliegen wie Abdominaltyphus und Ruhr, die aber bei uns nicht heimisch sind, wie z. B. die Cholera. Wenn es vorkäme, dass auf einem auswärtigen Kriegsschauplatz die Cholera ausbräche, während die übrigen europäischen Länder noch frei davon sind, so wären Bedenken über die Zweckmässigkeit der Evacuation von Cholerakranken nach der Heimat jedenfalls nicht ungerechtfertiget; denn die Immunität derselben könnte möglicherweise nicht in vorübergehender Unempfänglichkeit, sondern darin begründet sein, dass durch den Verkehr noch keine Cholerapilze eingeschleppt wurden. Freilich wird der Infectionsstoff, wenn er auch nicht direct vom Kriegsschauplatze her einzudringen vermag, auf Umwegen doch überallhin in Bälde sich ausbreiten. Es sind daher mehr Pietätsrücksichten, als praktische Gründe, welche in dem angegebenen Falle zum Zaudern auffordern: man will eben, wenn auch die Weiterverbreitung der Seuche noch so unvermeidlich ist, den Ausbruch doch wenigstens nicht beschleunigen helfen. Anders liegt die Sache, wenn auch nur ganz vereinzelte Orte in der Heimat von Cholera bereits befallen sind. Dann tritt die unbeschränkte Evacuation in ihr volles Recht; denn dann verhält sich die Krankheit wie eine heimische, und ihre Pilze sind dann auf allen Verkehrswegen, nicht bloss an den inficirten Orten zu treffen.«

So gerne ich sonst Port in allem beistimme, weil er alles viel klarer anschaut und besser überlegt, als ich es im Stande bin, so könnte ich mich doch nie auf diese Höhe der Pietät schwingen. Ich halte eine solche Pietät sogar nicht nur für entbehrlich, sondern auch für schädlich. Nach meiner Ueberzeugung wird der Cholerakeim durch den menschlichen Verkehr stets schon viel früher aus Choleralocalitäten verbreitet, ehe sich dort, wohin er getragen wird, sofort Cholerafälle oder Epidemien zeigen,

und ich hielte es für Unrecht, Soldaten in einem Choleraorte zurückzuhalten, weil noch in keinem anderen Orte der Heimat Cholerafälle vorgekommen sind. Als 1883 die Cholera und der Krieg in Aegypten herrschten, hat der rege Verkehr Englands und der Mittelmeerstaaten mit diesem unglücklichen Lande Europa vielleicht schon Cholerakeime, aber noch keine Cholera, keine Choleraepidemien gebracht, und als 1884 Cholera und Krieg in Aegypten erloschen waren, brachen im Südwesten Europa's heftige Choleraepidemien aus; aber keine in England, welches doch mit Aegypten weitaus den meisten Verkehr hatte.

Ich fände es barbarisch, wenn man bloss der contagionistischen Theorie zuliebe die Gefangenen in Laufen, die ihre Strafzeit ausgedient hatten, in diesem schrecklichen Infectionsherde auch nur eine Stunde länger zurückgehalten hätte, bloss weil die Theoretiker befürchten mussten, dass die Gefangenen die Cholera in andere, bisher verschonte Orte tragen könnten. Ich bleibe unverrückt auf dem praktischen, epidemiologischen Standpunkte des Nutzens der erfolgten Evacuation stehen. Von den 50 während der kritischen Zeit Entlassenen erkrankten wohl noch einige auf ihren Wegen nach der Heimat oder in ihrer Heimat; aber nirgends zeigte sich auch nur eine Spur der Weiterverbreitung, selbst keiner sporadischen, und starb auch kein einziger von den Entlassenen, während von den im Gefängnisse zurückbleibenden so viele das Leben lassen mussten.

Gerade beim Militär könnte man die Evacuationen in die Heimat ebenso sicher gegen Mitnahme und Verbreitung von localem Infectionsstoffe machen, wie bei den Entlassungen der Gefangenen aus Laufen und Rebdorf, wenn man dafür sorgt, dass die Soldaten und was sie mitnehmen, rein ist. Bei diesen Evacuationen, von welchen meiner Ueberzeugung nach auswärts ohnehin nie Epidemien, sondern schlimmsten Falles nur sporadische Infectionen zu besorgen sind, tritt auch die Desinfection alles Mitzunehmenden in ihr volles Recht.

Um die Vortheile, welche die Choleraflucht den Flüchtlingen bieten kann, zu sichern, muss man selbstverständlich auch wissen, wohin man gehen soll. Da wir die Cholera bereits seit mehr

als einem halben Jahrhunderte in Europa kennen gelernt haben, so liegen doch schon ziemlich sichere, epidemiologische Erfahrungen über die empfänglichen und nicht empfänglichen (immunen) Gegenden und Orte vor. Auch in Indien lassen sich die Behörden bei dem Movement von Garnisonen und Gefängnissen von diesen Erfahrungen leiten, und sind jetzt Zufluchtsplätze schon vorher bestimmt, welche der Cholera am besten Widerstand leisten, wohin man geht, wenn sie irgendwo ausbricht.

Da die Regenmenge und die zeitliche Vertheilung derselben in Orten und Gegenden von Einfluss ist, so empfiehlt es sich, auch dieses zu berücksichtigen. Im Jahre 1873 z. B. hätten die Münchner ruhig nach Augsburg fliehen können, während sie 1854 vom Regen in die Traufe gekommen wären. Um aber diesen Gesichtspunkt in praktische Betrachtung ziehen zu können, müssten an den Orten, welche man aufsucht, nicht nur die momentane Regenmenge bestimmt, sondern auch der Durchschnitt aus einer grösseren Reihe von Jahren bekannt sein, um beurtheilen zu können, ob die Grundwasserverhältnisse zur Zeit wesentlich über oder unter dem Mittel sind. Es ist daher sehr zu wünschen, dass möglichst viele Regenstationen angelegt und evident gehalten werden.

In der Nähe von Gebirgen wird man stets über eine Anzahl von cholerasicheren Orten verfügen können, wenn die Boden- und Grundwasserverhältnisse nicht etwa so wie auf dem Karste oder in Südkrain sind. In Bayern sind bisher immer nicht nur die Alpen (mit zwei vereinzelten Ausnahmen, Mittenwald 1836 und Traunstein 1854) verschont geblieben, sondern auch der bayerische Wald, das Fichtelgebirge, der Spessart, das Rhöngebirge, ganz Oberpfalz und Oberfranken, auch in der Rheinpfalz hat sich die Cholera stets auf die Rheinebene beschränkt und ist noch nie ins Hardtgebirge eingedrungen.

Viel seltener sind immune Gegenden und Orte in den grossen Alluvialebenen, wo sie aber doch auch infolge von Regen- und Grundwasserverhältnissen vorkommen können, wie z. B. in der Stadt Aachen. Immerhin ist es für jeden praktischen Arzt von Interesse, wenn er eine Anzahl immuner Orte in seiner nächsten

Nähe bezeichnen kann, wohin sich diejenigen seiner Clientele, welche überhaupt fliehen können und wollen, begeben dürfen, ohne Gefahr zu laufen, in einen Choleraort zu gelangen.

Was nun die Rückkehr der Cholerafluchtlinge anlangt, hängt dieser Zeitpunkt ganz vom Verlaufe der Epidemie im ergriffenen Orte ab. Weder das Fliehen, noch das Heimkehren macht Ortsepidemien, und wird der locale Process dadurch nicht im geringsten beeinflusst. Wenn Choleraflüchtlinge vor dem gänzlichen Ablauf des localen Processes zurückkehren, so kann, wie wir oben bei der individuellen Disposition und Durchseuchung gesehen haben, noch der eine oder andere erkranken, aber nie wird dadurch eine Ortsepidemie wieder aufleben, und wenn und wo wieder eine auflebt, so sind daran nie die heimkehrenden Choleraflüchtlinge schuld. Das hat sich sehr deutlich bei der merkwürdigen Epidemie des Jahres 1873 in München gezeigt. Anfangs August, wo die Sommerepidemie begann, war eben auch das Schuljahr zu Ende, und gingen da die meisten wohlhabenden Familien, noch mehr wie zu anderen Zeiten, mit Kind und Kegel aufs Land, diesmal nicht nur um Landluft zu geniessen, sondern auch um der Cholera auszuweichen. Die Elementarschulen begannen im letzten Dritttheil des September und die Mittelschulen anfangs October wieder. Da schon von Mitte September an die Cholera so ausserordentlich nachgelassen hatte (siehe oben die graphische Darstellung von Wolffhügel), so kehrten die zahlreichen Familien mit ihren Kindern und Dienstboten furchtlos heim, und trotzdem ging die Sommerepidemie ihrem Erlöschen bis Mitte November immer mehr entgegen. Wären diese zahlreichen Choleraflüchtlinge erst Anfangs oder Mitte November zurückgekehrt, so würden die Contagionisten unbedenklich sagen, dass davon die folgende Winterepidemie herrührte, weil so viele noch nicht durchseuchte Personen nach München kamen. Um in dieser Illusion nicht gestört zu werden, hätte man allerdings nicht untersuchen dürfen, wie viele von den Fällen der Winterepidemie im Sommer und Herbst auf dem Lande waren; denn auch da würde sich sehr bald ergeben haben, dass dieselben nicht im geringsten etwa vorwaltend Choleraflüchtlinge betrafen.

8. Jahrmärkte und andere Volksversammlungen.

Zu Cholerazeiten macht es den Verwaltungsbehörden stets zu schaffen, ob man Märkte, Messen, Feste und andere Veranstaltungen, welche viele Menschen an einem Punkte zusammenführen, gestatten soll oder nicht. Oft hängen grosse, materielle Interessen davon ab. Es hat keine grosse Bedeutung, wenn es sich um einen Jahrmarkt oder um eine Kirchweihe in einem kleineren Orte handelt, ganz anders aber ist es, wenn es sich z. B. um die jährliche Leipziger Messe handelt, auf welcher so und so viele Millionen an Geld und Waaren umgesetzt werden, und wobei so und so viele Interessen des Handels, des Gewerbefleisses und der Industrie in Frage kommen.

Vom contagionistischen Standpunkte aus müsste man solche Versammlungen jederzeit und überall verbieten; denn wenn nur ein einziger Cholerafall dahin kommt, können alle disponirten und noch nicht durchseuchten Personen angesteckt werden. Mit einem einzigen Cholerahemde kann man ja ganze Länder und Welttheile anstecken.

Vom localistischen Standpunkte aus thut man sich leichter; da kommt es nur darauf an, ob der Ort zur Zeit ein Choleraort ist oder nicht. So lange die Epidemie an einem Orte herrscht, wird es für die Ankömmlinge stets eine Gefahr sein. Für den Ort selber ist es gleich, ob zu dieser Zeit Fremde hinkommen oder nicht; die Cholera wird dauern, bis sich die örtlich-zeitliche Disposition erschöpft hat, was bald kürzer, bald länger währen kann, aber nicht so für die Fremden. Zu solchen Zeiten ist es allerdings räthlich, wenn möglich, keine Massenanhäufungen in einem Orte, welcher an Cholera leidet, zu veranstalten, und diese Versammlung lieber auf die Zeit zu vertagen, wo die Epidemie erloschen oder ihrem Erlöschen wenigstens nahe ist. Es empfiehlt sich das nicht bloss aus Humanitäts- und Pietätsrücksichten für Fremde, sondern es liegt auch im Interesse der Orte selbst, welche sich möglicherweise mit einer grossen Mortalitätsziffer belasten und sich dadurch für lange Zeit in einen sehr schlechten Ruf bringen können.

Wo aber die Cholera noch nicht ausgebrochen ist, und man auch nicht aus Erfahrung schliessen muss, dass sie wahrscheinlich

während der Dauer der Versammlung ausbrechen wird, da kann man eine solche gestatten. Ich will ein paar Beispiele dieser Art anführen.

Im Jahre 1854 herrschte Cholera in Nürnberg, wo vom 10. August bis 16. November 593 Erkrankungen und 325 Todesfälle an Cholera, bekanntlich wesentlich in der Stadthälfte links der Pegnitz vorkamen. Die Stadt Fürth liegt ganz nahe bei Nürnberg, und besteht zwischen den beiden Orten ein so ununterbrochener Verkehr, dass alle Halbstunden ein Eisenbahnzug geht. Die Eisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth ist bekanntlich die ertse auf dem Continente gewesen. Aber die Cholera mochte nicht nach Fürth. Als ich damals am 16. September gelegentlich eines Besuches von Nürnberg auch in Fürth war, wurde eben zwischen Bezirksamtmann, Bürgermeister und Bezirksarzt die Frage ventilirt, ob man die auf die nächste Woche fallende Fürther Kirchweihe soll abhalten lassen oder nicht. Fürth war bis dahin von einer Epidemie frei geblieben, obschon 6 sporadische Choleraerkrankungen vorgekommen waren. 4 Fälle waren theils aus München, theils aus Nürnberg eingeschleppt, 2 ohne derartige Ursache entstanden. Die Herren befragten auch mich um meine Ansicht, welche dahin ging, dass Fürth längst epidemisch ergriffen sein müsste, wenn es örtlich oder zeitlich disponirt wäre. Dieses Fürther Kirchweihfest wurde namentlich seitens der Stadtverwaltung deshalb so in Betracht gezogen, weil es ein Erntetag von ziemlicher Tragweite für viele kleinere Familien der Stadt ist. Es versammelt einige Tage lang einen grossen Theil der Bevölkerung der ganzen Umgegend, auch von Nürnberg, auf diesem Platze, wo dann das der Lebsucht und dem Vergnügen von den Gästen geopferte Geld in vielen bedürftigen Händen zurückbleibt. Es wäre für Viele ein harter Schlag gewesen, das Fest nicht abzuhalten. — Von der anderen Seite musste aber doch hervorgehoben werden, dass durch einen solchen Zusammenfluss von Menschen Fürth möglicherweise doch die Cholera auch als Epidemie bekommen könnte und ferner, dass auch die Sanitätsinteressen von Nürnberg, wo in einer Hälfte der Stadt die Cholera bereits epidemisch herrschte, gefährdet erscheinen, insofern gewiss viele Nürnberger verleitet

würden, ihrer jährlichen Gewohnheit zu folgen und sich bei dieser Gelegenheit in Fürth Diätfehlern und Erkältungen aussetzen würden. — Zuletzt wog doch das Localinteresse hin, und Fürth beschloss, sich als eine cholerafreie Stadt zu geriren, und keine Furcht vor der Cholera zu zeigen. Das Kirchweihfest wurde in üblicher Weise und in aller Heiterkeit abgehalten, auch von Nürnbergern sehr fleissig besucht. Danach bekam weder Fürth eine Epidemie, noch verschlimmerte sich die Cholera in Nürnberg.

Einen viel wichtigeren Fall brachte Wunderlich bei der Choleraconferenz 1867 in Weimar[1]) zur Sprache, nämlich die Leipziger Messe im Kriegs- und Cholerajahre 1866. Weder früher noch später hat Leipzig so viel von Cholera gelitten, wie in diesem Jahre. Die ersten Fälle waren am 23. und 24. Juni an Soldaten, welche von Swinemünde kamen und Stettin passirt hatten, beobachtet worden. Von dieser in der Pleissenburg casernirten Truppe kamen dann etwa 40 Mann cholerakrank ins Johannishospital, aber die Krankheit verbreitete sich trotzdem nicht in der Stadt. Eine zweite Importation kam mit einer Truppe aus Stralsund, Küstrin etc., wo überall Cholera herrschte, aber in der Stadt Leipzig, obschon auch von dieser Truppe eine ziemliche Anzahl ins Hospital kamen, traten doch nur spärliche Fälle auf Anfang August kam ein Regiment schwarzer Husaren, von welchen mehrere in einem sehr ungünstig gelegenen Theile der Stadt einquartiert wurden, wo sich nun die Epidemie von Leipzig zuerst entwickelte. Wunderlich hat damals hervorgehoben, dass, während die ersten Importationen keinen oder doch nur geringen Einfluss für die Gesundheit der Stadt zeigten, die Epidemie alsbald ausbrach, sobald eine Einquartierung auf ungünstigem Terrain stattgefunden hatte.

Dieser Anschauung konnte damals auch ich noch beitreten, aber jetzt, nachdem ich während der seitdem verflossenen 20 Jahre mir den Verlauf von Choleraepidemien noch genauer angesehen habe, erblicke ich in dem Zusammentreffen der Einquartierung der schwarzen Husaren mit dem Ausbruche der Epidemie in der

1) a. a. O. S. 7.

Stadt Leipzig etwas ganz Zufälliges, und glaube, dass es ebenso gewesen wäre, wenn die schwarzen Husaren nicht dahin gekommen wären; denn der zeitliche Rhythmus der Cholera war im Regierungsbezirke Leipzig im Jahre 1866 wesentlich kein anderer, wie durchschnittlich sonst auch. Es starben z. B. an Cholera [1]):

	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1866 in Leipzig	1	74	547	2032	732	242	162
1836—1873 in ganz Sachsen	45	372	1964	4167	2401	572	262.

Die Epidemie von 1866 war nur die heftigste von allen in Leipzig und in ganz Sachsen, wie in München und in ganz Bayern die Epidemie von 1854 die heftigste war. Ich glaube jetzt, dass der Keim zu der Epidemie von 1866 in Leipzig schon ein Jahr vorher von Altenburg oder Werdau aus hingekommen war, und nicht erst von den schwarzen Husaren gebracht wurde, die gewiss nicht mehr mit sich führten als die Soldaten von Swinemünde oder von Küstrin, welche so unschädlich schienen.

Nun erreichte die Cholera 1866 in Leipzig aber ihre grösste Höhe gerade in der ersten Hälfte des September, und Ende September sollte die Michaelismesse beginnen, bei welcher Gelegenheit sich nicht nur die Zahl der Bewohner von Leipzig, wie Wunderlich anführt, mehr als verdoppelt, sondern auch fünf Eisenbahnen massenhaft Tagesbesucher nach Leipzig hin- und wegführen.

Was nun thun? Jeder rechtgläubige Contagionist konnte ja bei dieser Ueberfüllung, bei dieser massenhaften Anhäufung von Menschen und Waaren aus anderen Choleragegenden und bei dem Zusammenströmen so vieler noch nicht durchseuchter Personen aus cholerafreien Gegenden nur das Schrecklichste erwarten. Eine harmlose Kirchweihe, wie die von Fürth, hätte man in contagionistischer Gewissenhaftigkeit noch verbieten können, es wäre daran nicht viel gelegen gewesen; es hätten höchstens einige arme Leute nichts verdient und die Wirthe einige Hundert Hectoliter Bier weniger verzapft, und da die Cholera ganz sicher auch ohne Kirchweihe nicht nach Fürth gekommen wäre, hätten sogar

1) Günther, Berichte der Choleracommission für das deutsche Reich Heft 3 S. 72.

Bezirksarzt, Bürgermeister und Bezirksamtmann gleich dem Wirthe in Edenkoben, der selbst die Kutsche verbrannte, in welcher sein cholerakrank gewordener Gast von Speier angefahren kam, sich in die Brust werfen und sagen können: wir haben die Stadt gerettet. Aber die Leipziger Messe ist financiell und handelspolitisch ein so gewaltiges Ding, dass keine Theorie, auch nicht die contagionistische, dagegen etwas machen kann. Die Messe wurde zur gewöhnlichen Zeit eröffnet und wie gewöhnlich abgehalten.

Und was war nun die Folge? Wunderlich sagt: »Gerade in die Zeit der Messe fiel der rapide Abfall der Epidemie, und wenn auch durch Fremde die Krankheit von Leipzig da und dorthin verschleppt worden ist, so entstand doch unseres Wissens dadurch nirgends eine Epidemie.« Aber was thut das einem rechtgläubigen Contagionisten? Gar nichts! Er fährt ruhig fort zu glauben, dass die Cholerainfection doch nicht von der Choleralocalität sondern vom Cholerakranken, von seinen Excrementen ausgeht, und isolirt die Kranken und desinficirt ihre Ausleerungen danach wie zuvor; denn die Theorie verlangt es, und etwas anderes kann er sich nicht denken. Der Glaube allein macht selig.

Wäre die Leipziger Messe 1866 Anfangs anstatt Ende September eröffnet worden, so wäre das Choleramaximum der Stadt mit der Eröffnung der Messe zusammengefallen, und hätte man gewiss gesagt, dass dieses Maximum nur eine Folge des Zuströmens so grosser Menschenmassen gewesen sei, und würde man bei uns von dieser Messcholera in Sachsen wie von der Pilgercholera in Indien sprechen: nachdem aber gerade das Gegentheil von einer Messcholera eingetreten ist, so spricht man überhaupt nicht davon; denn das ist ja eine negative Thatsache, die man nicht brauchen kann. Es ist wirklich auffallend, dass diese Thatsache schon seit 20 Jahren bekannt ist und feststeht, und dass sich noch nie ein Contagionist darüber Gedanken gemacht hat.

9. Verkehrsbeschränkungen für Kasernen und Schulen.

Wenn die Cholera einmal epidemisch in einem Orte herrscht, ist mit Verkehrsbeschränkungen innerhalb desselben wenig mehr

auszurichten. Die Krankheit verläuft bekanntlich wesentlich strassen- und häuserweise. Wer von aussen kommt, läuft allerdings Gefahr, an Cholera zu erkranken, falls er sich in einem Cholerahause längere Zeit aufhält, wenn er da auf irgend eine Art ektogenen Infectionsstoff in genügender Menge in sich aufnimmt und individuell disponirt ist. Ein kurzer Aufenthalt in einem Cholerahause, und wenn man da nichts geniesst und mitnimmt, als was man schon hingebracht hat, ist thatsächlich unschädlich, wie man bei jeder Epidemie an den Aerzten sieht, welche durchaus in keinem höheren Grade erkranken als andere Menschen auch, welche nie einen Kranken sehen.

Dass selbst der freieste Verkehr in einem Choleraorte nicht viel ausmacht, sieht man in den Fällen, in welchen einzelne Ortstheile ergriffen werden, während andere frei bleiben. Wenn Personen aus den ergriffenen Theilen in den immunen Theilen verkehren, wie es stets geschieht, bringen sie die Krankheit doch nicht dahin; aber auch wenn Personen aus den immunen Theilen in den ergriffenen verkehren, erkranken sie doch nur höchst selten. Die Fürther konnten sich 1854 die Cholera ebenso wenig in Nürnberg holen, als die Nürnberger sie nach Fürth tragen konnten. Die in Haidhausen bei München auf der Lehmschwarte liegenden Häuser, welche in allen Epidemien so auffallend verschont blieben, sind stellenweise dicht von Taglöhnern bewohnt, welche in verschiedenen ergriffenen Theilen von München und seinen Vorstädten arbeiten. — Von den Ziegeleien auf dem Kirchstein sind während der so lange dauernden Epidemie von 1873/74 gewiss viele Ziegelwagen in ergriffene Stadttheile gefahren, und doch kam nur ein einziger Fall (am 30. August) dort vor. Gebaut wurde ja immer und überall, und selbst im Winter, wo nicht mehr gebaut wird, werden gar viele Ziegelsteine auf Bauplätze für die kommende Bauzeit gefahren.

Beim Militär kann die Frage aufgeworfen werden, ob es zulässig ist, während des Herrschens der Cholera in einem Garnisonsorte Rekruten einzuberufen, von welchen die meisten noch undurchseucht aus cholerafreien Orten kommen? Auch da entscheidet wieder die Localität. In München in der Türken-

kaserne[1]) erkrankten während der Winterepidemie 1873/74 29 und starben 12 Soldaten an Cholera, und waren darunter viele im November einberufene Rekruten; aber in die ebenso dicht belegte, aber immune Max II-Kaserne kamen verhältnismässig ebenso viele Rekruten und erkrankte keiner davon.

Die Türkenkaserne nahm, wie schon oben mitgetheilt, auch an der Sommerepidemie theil, und waren da keine Rekruten unter der Mannschaft. Vom 7. August bis 20. September erkrankten da 21 und starben 8 Soldaten an Cholera. Dass die Winterepidemie in der Türkenkaserne heftiger als die Sommerepidemie war, daran mögen wirklich die Rekruten schuld sein; denn in der Civilbevölkerung der Türkenstrasse, wo die Kaserne liegt, erkrankten während der Sommerepidemie 21 und starben 9 Personen, während der Winterepidemie nur 14 und 7, war also die ganze Strasse im Winter leichter ergriffen, als die Kaserne. Soweit ein Garnisonsort immune oder immun gemachte Kasernen hat, können die Rekruten unbeschadet einberufen werden; aber anders ist es bei den nicht immunen. Da nun aber die Militärbehörde wahrscheinlich oft zweifelhaft sein wird, ob sie eine Kaserne als immun oder nicht immun erklären soll, so wird es immer das sicherste sein, Rekruten nicht einzuberufen, so lange in einem Garnisonsorte die Cholera epidemisch ist.

Ebenso kann in einem Orte, in welchem die Cholera ausbricht, die Frage gestellt werden, ob man die Schulen schliessen oder nicht schliessen soll. Vom allgemeinen epidemiologischen Standpunkte aus hat diese Frage von vornherein schon eine geringe Bedeutung, insofern gerade beim schulpflichtigen Alter die individuelle Disposition am geringsten zu sein pflegt. Vom contagionistischen Standpunkte aus müsste man die Schliessung der Schulen verlangen, da auch im schulpflichtigen Alter, wenn auch nicht ausgebildete Cholerafälle, aber so doch und um so mehr Diarrhöen vorkommen, wie wir oben bei Besprechung der individuellen Disposition gesehen haben, und Personen mit Diarrhöen sollen ja nicht weniger anstecken, als Personen mit

1) Cholera 1873/74 in München von Dr. Frank S. 200.

asphyktischer Cholera. Soll doch ein diarrhöekrankes Kind die Cholera sogar von Odessa in Südrussland bis nach Altenburg, ins Herz Deutschlands, getragen haben.

Vom localistischen Standpunkte aus käme es darauf an, ob das Schulhaus ein Cholerahaus ist, oder wird, oder nicht. Ist oder wird es eines, dann kann sein Besuch gefährlich werden und inficirend wirken; da aber schwere Erkrankungen bei Schulkindern doch nur selten entstehen, und auch der Aufenthalt in Schulhäusern nicht sehr lange dauert, so dass es selten zu einer Infection kommen wird, kann man sich vom Schliessen der Schulen keine besondere Wirkung versprechen. Rationell allein wäre, Kindern aus einer noch cholerafreien Ortschaft den Besuch einer Schule zu verbieten, welche in einer Ortschaft liegt, in welcher die Cholera bereits ausgebrochen ist.

Aber vom praktischen epidemiologischen Standpunkte aus wird auch das nicht viel helfen, und möchte ich das Schliessen der Schulen und auch das Verbot des Besuches von Schulen in Choleraortschaften seitens der Kinder aus cholerafreien Ortschaften als eine ganz gleichgültige Maassregel betrachten. Den Entscheid könnte man dem Willen der Eltern anheimgeben, und eine genaue Statistik würde bald zeigen, ob Kinder, welche eine solche Schule besuchen, mehr erkranken, als solche, welche ihr ferne bleiben.

10. Verkehrsbeschränkungen bei Leichenbegängnissen.

Für wichtiger halte ich den Besuch der Sterbehäuser und die bei Todesfällen üblichen Gebräuche.

Choleraleichen sind an und für sich selbstverständlich ebenso wenig ansteckend, wie Cholerakranke, aber gleichwie viele Menschen sich vor Todten überhaupt mehr, als vor noch Lebenden fürchten, ist es so auch bei den Choleraleichen, und bloss auf diese populäre Vorstellung können sich die Maassregeln gründen, welche Choleraleichen anders behandeln lassen, als jede andere Leiche. Es kann ja vorkommen, dass Leichenträger, Leichenwärter, Leichenfrauen, Todtengräber in einem Orte zahlreich an Cholera erkranken; aber gewiss nicht deshalb, weil sie mit Choleraleichen in Berührung kamen oder mit einem Infectionsstoffe, welchen diese ausscheiden,

sondern weil sie in einer Choleralocalität leben, wie diejenigen, welchen sie ihre Dienste leisten, auch. Falls sie aber in einer zeitlich nicht disponirten Localität leben, schadet ihnen der intimste Umgang mit Choleraleichen nicht, so wenig, wie den Aerzten und Wärtern der Umgang mit Cholerakranken Gefahr bringt. Das hat sich in München bei allen Choleraepidemien ganz gleich bleibend gezeigt. Bezüglich der Epidemie von 1836/37 sagt Kopp in seinem Generalberichte [1]: »Nicht ein einziger Fall wurde hier in München bekannt, dass eine unmittelbare Ansteckung durch Kranke oder Todte stattgefunden hätte. Das Personal des allgemeinen Leichenhauses, dessen Wohnzimmer zwischen den stets mit Choleraleichen angefüllten Todtensälen und dem fast täglich benützten Sectionssaale in der Mitte befindlich sind, blieb nicht nur von der ausgebildeten Cholera, sondern selbst von den milderen Formen der Seuche gänzlich befreit, nachdem dasselbe 13 Wochen hindurch gerade nicht den angenehmsten Ausdünstungen exponirt war.«

Während der heftigsten Epidemie, welche München 1854 hatte [2], starb von den Leichenträgern keiner, von den Leichenfrauen (Seelnonnen) eine, von den Todtengräbern keiner, und blieb auch das Personal der Anatomie gänzlich verschont, wo alle im allgemeinen Krankenhause an Cholera Verstorbenen secirt wurden.

Bei der Epidemie von 1873/74 [3] war es wieder ebenso. Von den Leichendienern starb einer, von den Leichenfrauen auch nur eine, ebenso von den Todtenträgern. Von diesen drei Fällen in dem zahlreichen Leichenpersonal kommt nur einer auf Rechnung der Stadt München, die beiden übrigen auf die Vorstadt Haidhausen. Dass das grosse Leichenhaus am grossen Friedhofe an der Thalkirchner Strasse in München stets so gut davon gekommen ist, hat es nur seiner Lage zu danken. Die ganze Thalkirchner Strasse hat trotz der unmittelbaren Nähe des Friedhofes an den Typhus- und Choleraepidemien der Stadt noch nie einen merklichen Antheil genommen. Ein Leichenhaus kann natürlich ebenso gut ein Infectionsherd werden, wie jedes andere

1) a. a. O. S. 74.

2) Hauptbericht. Tabelle S. 281—291.

3) Bericht von Dr. Frank. Tabelle S. 117—120 und 264.

Haus, aber nicht, weil Choleraleichen hineingelegt werden, so wenig, als wie ein Krankenhaus ein Infectionsherd wird, weil Cholerakranke hineinkommen, sondern aus dem nämlichen Grunde, warum auch eine Kaserne ein Infectionsherd wird, obschon alle Kranken daraus schleunigst entfernt werden. Unter Umständen könnte selbst ein Leichenacker ein Infectionsherd für Todtengräber werden, wie der Kartoffelacker in Speier einer für die Pfründner gewesen ist, welche dahin kamen, um Kartoffeln auszugraben.

Nun sind aber doch viele Fälle bekannt, in welchen mit Reinigung und Bekleidung von Choleraleichen beschäftigte Personen oder solche, welche Leichenbegängnissen beigewohnt hatten, unmittelbar danach erkrankten, und oft die ersten Fälle in einem bis dahin freien Orte waren. In vielen ärztlichen Berichten spielen derartige Fälle eine gewisse Rolle. Hirsch führt in den Berichten der Choleracommission für das deutsche Reich [1]) viele an, bemerkt aber schon bei Besprechung der heftigen Epidemie in Magdeburg: »Diese und zahlreiche ähnliche Fälle sind von den Beobachtern im Sinne einer directen (contagiösen) Uebertragung des Krankheitsgiftes gedeutet worden. Dagegen wird aus Magdeburg berichtet, dass in dem dortigen Choleraspital nicht ein Erkrankungsfall an Cholera unter den daselbst fungirenden Aerzten und Krankenwärtern vorgekommen ist, ebensowenig auch unter Leichenwäschern und Leichenträgern, sowie unter denjenigen Individuen, welche die Reinigung der Wäsche im Choleraspital besorgt haben, wobei allerdings die Vorsicht beobachtet war, dass die Wäsche, bevor sie denselben zur Reinigung übergeben wurde, einen Tag lang in einer stark verdünnten Karbolsäurelösung gelegen hatte.«

Hirsch sagt schliesslich in seiner allgemeinen Darstellung der Choleraepidemie des Jahres 1873 in Deutschland [2]): »Einen Beweis für den contagiösen Charakter der Cholera hat man auch in der angeblichen Uebertragung der Krankheit durch Choleraleichen gefunden zu haben geglaubt; in allen in der abgelaufenen Epidemie gemachten und in diesem Sinne gedeuteten

1) a. a. O. S. 60, 63, 70, 74, 88, 89, 93 und 117.

2) a. a. O. S. 312.

Beobachtungen handelt es sich entweder um Erkrankungen innerhalb bereits bestehender Choleraherde, so in Ragnit, in Bromberg, in Landsberg u. a., oder die Fälle lassen auch eine andere Deutung zu, und man dürfte umsomehr geneigt sein, dieser den Vorzug zu geben, wenn man die zahlreichen gegentheiligen Erfahrungen berücksichtiget, denen gemäss die Reinigung, Einsargung, der Transport u. s. w. von Choleraleichen durchaus harm- und gefahrlos erscheint. So wird u. a. aus dem Kreise Thorn und aus dem Regierungsbezirke Oppeln erklärt, dass auch nicht ein Fall von Uebertragung der Krankheit durch Leichen auf die genannten Arbeiterkategorien constatirt sei, in Magdeburg ist weder unter Leichenwäschern, noch Leichenträgern ein Cholerafall bekannt geworden, in Sachsen ist von etwa 50 Leichenwäscherinnen keine schwer erkrankt, Leichenträger sind dort von der Krankheit gar nicht befallen worden.«

In dem Regierungs-Medicinal-Berichte von Bromberg [1]) heisst es: »Besonders bemerkenswerth sind die häufigen Erkrankungen nach Begräbnissen, resp. solchen Begräbnisfeierlichkeiten gewesen, bei welchen eine Massenbetheiligung stattgefunden hatte; dass in Orten mit einer confessionell gemischten Bevölkerung gerade der katholische Theil derselben so überwiegend der Krankheit erlegen ist, dürfte, abgesehen von andern prädisponirenden Momenten, zum Theil wenigstens in den religiösen Gebräuchen bei der Begräbnisfeierlichkeit seinen Grund haben.«

Daran ist bestimmt etwas Wahres, aber nicht weil die Todten die Lebendigen anstecken, sondern weil letztere in dem Hause und in dem Orte zusammenkommen und sich da bei den sogenannten Todtenwachen in der Regel in grösserer Anzahl und oft lange den nämlichen localen Einflüssen aussetzen, unter welchen der Todte gelebt hat und erkrankt ist. Die Gebete werden dort in der Regel auch durch Genuss von Speisen und Getränken, durch Leichenschmaus und Todtentrunk zeitweise unterbrochen. Auch daran kann von der Localität erzeugter, oder aus einem anderen Infectionsherde mitgebrachter ektogener Infectionsstoff in genügender Menge haften, und empfiehlt es sich daher wegen

1) a. a. O. S. 48.

dieses Zusammenhanges der Choleraleichen mit der Choleralocalität beim Herrschen einer Epidemie diese Gebräuche zu verlassen, ja selbst zu verbieten.

Es wird daher immer gut sein, eine Choleraleiche so bald als möglich aus dem Sterbehause in ein Leichenhaus oder einen anderen als solches functionirenden Raum zu bringen, und auch dadurch den Besuch des Sterbehauses zu beschränken.

Da auch ein Leichenhaus und ein Friedhof ein Infectionsherd sein oder werden kann, empfiehlt es sich auch, diese so wenig als möglich zu besuchen. Die Ehren für den Verstorbenen kann man auch nach Ablauf einer Epidemie noch nachholen und ertheilen, wenn man will.

Aehnliches scheint mir für den Besuch von Cholerakranken zu gelten, der in der Regel allerdings ganz ungefährlich ist, aber wenn er oft und lange erfolgt, doch auch Infectionen veranlassen kann, aus dem nämlichen Grunde, wie der Besuch von Choleratodten im Sterbehause. Es erklären sich daraus die hie und da vorkommenden zeitlich gehäuften Erkrankungen unter Familiengliedern und Verwandtschaften, wenn dieselben auch nicht unter einem Dache wohnen. Wer im Hause ist und bleibt, kann den Cholerakranken ohne Scheu besuchen und pflegen; aber wer von aussen kommt, soll nicht länger und nicht anders bleiben, als der Arzt bei seinen Cholerakranken bleibt.

11. Beschränkung des Lumpenhandels.

An Provenienzen aus Choleraorten kann sowohl nach contagionistischer als auch nach localistischer Ansicht Infectionsstoff oder wenigstens der specifische Keim dazu haften. Vom praktisch-epidemiologischen Standpunkte aus kann es sich nur um die Frage handeln, ob es gegen Verbreitung des Cholerakeimes etwas nützen kann, wenn man die Einfuhr von Lumpen, welche ja wesentlich nur Material für Papierfabriken liefern, aus einem Lande, in welchem die Cholera bereits ausgebrochen ist, verbietet. Das Verbot ist schnell erlassen, der Lumpentransport auch ziemlich leicht an den Landesgrenzen zu überwachen, da er stets in grossen Ballen erfolgt, und ist deshalb es auch schon oft ins Werk gesetzt

worden, — aber man hat sich, wie bei den meisten Maassregeln, danach noch nie gefragt, ob es auch etwas genützt hat. Die Maassregel entspricht der Theorie, und das ist genug, um sie zu rechtfertigen; der gesundheitswirthschaftliche Nutzen ist reine Nebensache. Auf dieser rein theoretischen Grundlage ruhen fast alle unsere prophylaktischen Choleramaassregeln und ruhten darauf auch die Militärcordone in früheren Zeiten, die sich auch als ganz nutzlos erwiesen haben, und die man nur aufgegeben hat, weil sie so ausserordentlich theuer sind. Maassregeln, welche ebenso nutzlos sind, aber den Staat nicht so viel kosten, glaubt man aus theoretischen Gründen immer noch aufrecht halten zu müssen, und dazu gehört auch das Verbot des Handels mit Lumpen zu Cholerazeiten.

Es ist nicht ein einziger Fall constatirt, dass in einer sonst cholerafreien Gegend in einer Papierfabrik z. B. zuerst eine Epidemie und namentlich unter den Arbeitern ausgebrochen sei, welche mit dem Sortiren der trockenen Hadern zu thun haben. Darauf beruft sich auch Koch, weil sein Kommabacillus durch Austrocknen ja rasch zu Grunde geht.

In den Lumpen haften noch so viele andere Mikroorganismen, dass pathogene Keime darin auch leicht im Kampfe um's Dasein untergehen können. Auch bei sehr resistenten Dauersporen, z. B. bei Milzbrand, wird in den Papierfabriken nur äusserst selten eine Infection beobachtet, die man gezwungen wäre, von den Lumpen abzuleiten.

Wie mir ein Papierfabricant mittheilt, beschweren sich in neuester Zeit hie und da Hadernarbeiter, wenn sie mit Lumpen aus Krankenhäusern zu thun haben. Sie erkennen diese Waare am Geruch nach Karbolsäure und Jodoform. Aber gerade in diesen Fällen könnten sie ganz ruhig fortarbeiten; denn gerade Karbolsäure gehört ja zu den kräftigsten Desinfectionsmitteln.

Ich habe schon längst gewünscht, dass der infectiöse Einfluss der Hadernarbeit in den Papierfabriken einem genaueren epidemiologischen Studium unterworfen werden möchte und habe es daher fre[illegible]rüsst, als der [illegible]utscher Papierfabricanten, als er [illegible]hen tagt[illegible]arüber, überhaupt über

das Vorkommen aller Erkrankungen bei ihrem Arbeiterpersonal nach verschiedenen Arbeitscategorien genauere Untersuchungen anzustellen. Sie übertrugen die Aufstellung eines Untersuchungsplanes und die Bearbeitung des Materiales meinem damaligen I. Assistenten, Dr. Friedrich Renk, zur Zeit beim kaiserlichen Gesundheitsamte in Berlin einberufen. Renk ist nun eben im Begriffe, die Ergebnisse der Untersuchungen zu veröffentlichen, und er war so freundlich, mir die Zahlen für die im Laufe eines Jahres beobachteten Infectionskrankheiten mitzutheilen. Die Fabriken, welche sich an dieser Expertise mit lobenswerthem Eifer betheiligen, beschäftigen im Ganzen Arbeiter und Arbeiterinnen:

beim Sortiren der trockenen Hadern . . .	1187
in der Hadernkocherei	60
„ „ Bleicherei	104
bei den Holländern	513
„ „ Papiermaschinen	492
beim Fertigmachen des Papiers	1223
als Heizer	156
als Taglöhner	749
in Summa	4484 Personen.

Diese Zahlen sind gewiss gross genug, um daraus Schlüsse ziehen zu können.

Von Infectionskrankheiten sind nun im Laufe eines Jahres beobachtet worden:

Pocken	1	Fall
Masern	3	Fälle
Erysipel (Rose)	30	„
Abdominaltyphus	5	„
Intermittens	7	„
Diphtherie	14	„
Grippe	11	„
Brechdurchfall	29	„
	100	Fälle.

Um nun zu sehen, ob die mit den trockenen Hadern beschäftigten (136 Männer und 1051 Weiber) an Infectionskrank-

heiten mehr als die übrigen gelitten haben, will ich die Zahlen für die 1187 Hadernarbeiter anführen:

Pocken	1
Masern	—
Erysipel	14
Typhus	1
Intermittens	2
Diphtherie	1
Grippe	1
Brechdurchfall	10
	30 = 2,4 %.

Da muss man sich zunächst wundern, dass diese über ganz Deutschland zerstreuten Papierfabriken zu so wenig von den genannten Infectionskrankheiten Veranlassung gegeben haben, und dass bei den Hadernarbeitern verhältnismässig nicht viel mehr, als bei den anderen Abtheilungen vorkamen.

Wenn man erst gar das Vorkommen dieser Krankheiten ausserhalb des Kreises dieser Papierfabrikbevölkerung vergleicht, so möchte man meinen, dass der Umgang mit Lumpen gegen einige sogar Schutz gewähre; nur Erysipel und Brechdurchfall zeigen höhere Zahlen. — Am Erysipel sind die Hadernarbeiter ganz vorwaltend betheiligt; aber auch da ist noch nicht erwiesen, dass ihre Krankheit von den Hadern herrührt, so wenig als man annehmen wird, dass die zwei Intermittensfälle und der Typhusfall davon herkommen.

So hatten z. B. die 749 Taglöhner:

Pocken	—
Masern	—
Erysipel	3
Typhus	2
Intermittens	1
Diphtherie	1
Grippe	4
Brechdurchfall	8
	19 Fälle,

was 2,5% entspricht, also ganz das gleiche procentische Verhältnis, wie bei den Hadernarbeitern, wo von 1187 30 erkrankten.

Bezüglich der Verbreitung der Cholera verhalten sich die Hadern gewiss gar nicht anders, als wie Briefe und Postsendungen aus Choleraorten; aber trotzdem wird man bei nächster Gelegenheit wieder nach diesem Verbote als einem hergebrachten, vermeintlichen Schutzmittel greifen; denn selbst das sonst so verkehrsfreie England hat die Einfuhr von Hadern (rags) aus Frankreich und Spanien verboten, als dort die Cholera herrschte.

12. Behandlung der Cholerawäsche und anderer aus Choleralocalitäten stammender Gegenstände.

Auch die localistische Anschauung ist durch epidemiologische Thatsachen gezwungen, die Verschleppung fertigen Infectionsstoffes aus einer Choleralocalität nach anderen Oertlichkeiten hin anzunehmen; aber die epidemiologischen Thatsachen zeigen auch auf das bestimmteste, dass solche wirksame Verschleppungen zu den Seltenheiten gehören, was sich am deutlichsten in den immunen Orten auf dem Lande und auf den Schiffen zur See ausspricht. Wie viele Choleraflüchtlinge sind seit 1832 schon von Paris und Marseille nach Lyon gekommen, und wie wenige Infectionen durch sie sind beobachtet worden! Im Jahre 1832, wo man weder einen Cholerapilz, noch auch nur entfernt eine Methode kannte, Mikroorganismen sicher zu tödten, hatten von den zahlreichen Schiffen, welche mehr als 33000 Auswanderer aus den verseuchten und siechhaften Häfen Europas nach Nordamerika brachten, doch nur zwei, Garrick und Royalist, Cholerafälle. Aber ich bin ganz dafür, dass man sich bemühen soll, auch dieses Wenige zu verhüten, es frägt sich nur, wie? Mit der Desinfection der Ausleerungen der unschuldigen Cholerakranken bringt man es nicht zu Stande; mehr Hoffnung kann man darauf setzen, wenn man desinficirt, was die Menschen beim Verlassen eines Choleraortes oder eines Cholerahauses mit sich nehmen. Das negative Resultat der 94 Entlassungen aus den Gefängnissen von Laufen und Rebdorf ist für mich wenigstens sehr ermuthigend.

Aber es wird sehr schwer, wenn nicht unmöglich sein, den Verkehr des freien Publikums so zu überwachen und so einzurichten wie in Gefängnissen. Was sich da etwa thun lässt, darauf hat das bayerische Staatsministerium des Innern in seinem Erlasse vom 6. August 1883: »Allgemeine Grundsätze bezüglich der Maassregeln zum Schutze gegen Eintritt und Verbreitung der asiatischen Cholera« Rücksicht genommen, wo es A. Mittel gegen die Verbreitung des Cholerakeimes durch den Verkehr, Absatz 5 heisst:

»Kleidungsstücke, Wäsche, Betten und andere zur Verbreitung des Infectionsstoffes geeignete Gegenstände aus epidemisch ergriffenen Ortschaften sollen bei ihrer Ankunft an einem cholerafreien Orte desinficirt werden; ebenso ist die von einem Cholerakranken benützte Leib- und Bettwäsche (auch wenn sie im Orte bleibt), sogleich nach ihrer Abnahme zu desinficiren, und darf erst danach mit anderer Wäsche gewaschen oder aus dem Hause gegeben werden. Die Polizeibehörden haben zu diesem Behufe auf Grund des Art. 67 Absatz 1 des Polizeistrafgesetzbuches vom 26. December 1871 das Erforderliche anzuordnen.«

Da weitaus die meisten Cholerakranken nicht durch einen aus Choleralocalitäten verschleppten, sondern in denselben aufgenommenen Infectionsstoff inficirt werden, so ist es auch nach localistischer Anschauung gerechtfertigt, die Provenienzen von Cholerakranken für verdächtiger zu halten, als die von Gesunden, obschon auch letztere Träger eines ektogenen Infectionsstoffes sein können; da aber doch nur wenige Infectionen durch eine derartige Verschleppung und die grosse Mehrzahl auf andere Weise verursacht werden, so darf man sich auch von diesen Desinfectionsmaassregeln keinen grossen Erfolg versprechen.

Nebstdem wird es nicht möglich sein, aller Gegenstände habhaft zu werden, welche zu desinficiren sind.

Als das kräftigste Desinfectionsmittel wird gewöhnlich das Feuer, das Verbrennen angenommen, was auch insoferne richtig ist, als alle Infectionsstoffe organischer Natur sind und im Feuer zu Grunde gehen. Wesentlich gefährdet erscheinen dabei nur mehr diejenigen Personen, welche diese Autodafé's zu bedienen haben. Aber diese Opferdiener des contagionistischen Glaubens scheinen ebenso, wie die Wärter der ansteckenden Cholerakranken von einer gütigen Gottheit gegen Ansteckung geschützt zu werden.

In der Gefangenanstalt in Laufen wurde Bettzeug, Bettlade und Wäsche der an Cholera Verstorbenen im Spitalhofe in einem beständig lodernden Feuer verbrannt. Die dabei beschäftigten Gefangenen blieben gesund, und die schreckliche Heftigkeit der Epidemie in dem Gefängnisse wurde durch diese Brandopfer nicht im geringsten gemildert. Aber doch erblicken Viele in so einem Feuer etwas Tröstliches.

Wenn man übrigens doch desinficiren will, so ist das Verbrennen für viele Gegenstände das billigste Mittel. Stroh, Kehricht, Lumpen und sehr schadhafte Gegenstände, die man doch nicht mehr recht brauchen kann, wirft man am besten ins Feuer; aber die vielen wollenen Decken in Laufen, die meistens noch sehr gut erhalten waren, haben mich doch gedauert. Solche Dinge sollte man desinficiren.

Wie man am besten desinficirt, lehrt die Bacteriologie, und sind da für mich die Untersuchungen von Koch und Wolffhügel maassgebend. Strömender Wasserdampf von einer Temperatur von 100° C. und 5proc. Carbolsäurelösung spielen dabei die Hauptrolle. Dieser Ansicht hat sich auch der Obermedicinalausschuss und das bayerische Staatsministerium angeschlossen. Die von diesem im Jahre 1883 erlassene Instruction zur Vornahme der Desinfection lautet:

I. Desinfection von aus Choleralocalitäten oder von Cholerakranken stammenden Gegenständen.

1. Inficirte oder verdächtige Kleider, Wäsche und sonstige Effecten sind, soweit nicht ihre Vernichtung durch Feuer angezeigt ist, mit heissen Wasserdämpfen zu behandeln.

Als hierfür geeignete Apparate können nur diejenigen angesehen werden, in welchen ein fortwährendes Durchströmen von heissen Wasserdämpfen durch den Desinfectionsraum stattfindet und bei welchen die Temperatur der Wasserdämpfe im Desinfectionsraume überall mindestens 100° C. beträgt. Diese Bedingung wird erfüllt, wenn ein in die Oeffnung, durch welche der Dampf den Apparat wieder verlässt, gebrachtes Thermometer die Temperatur von 100° C. erreicht.

Die Zeit, während welcher die zu desinficirenden Gegenstände den heissen Wasserdämpfen ausgesetzt werden, darf bei leicht zu durchdringenden Gegenständen, z. B. Kleidern, nicht weniger als eine Stunde, bei schwer zu durchdringenden Gegenständen nicht weniger als zwei Stunden betragen. Hierbei ist die Zeit nicht mitgerechnet, welche vergeht, bis der Dampf, welcher

aus dem Desinfectionsraume ausströmt, die Temperatur von 100° C. erreicht hat.

Der Wasserdampf wird am besten in einem Dampfkessel entwickelt und mittels einer Röhre in den Desinfectionsraum unten eingeleitet, um ihn oben durch eine Oeffnung, nicht grösser als die Zuleitungsröhre, abströmen zu lassen.

Wo ein Dampfkessel fehlt, kann ein grösserer Waschkessel dienen, über den man ein Holzfass als Desinfectionsraum stürzt, dessen unterer Boden herausgenommen ist, und dessen oberer Boden zum Ausströmen des Dampfes eine runde Oeffnung hat, in welche ein Thermometer eingesetzt werden kann. Die zu desinficirenden Gegenstände sind in das Fass zu bringen und deren Herabfallen in den Kessel durch Schnüre oder Horden oder auf eine andere Weise zu verhindern. Ein solches Fass muss möglichst dicht auf dem Rande des Waschkessels aufsitzen.

2. Falls genügende Apparate zur Desinfection mit heissen Wasserdämpfen nicht zur Verfügung stehen, sind die bezeichneten Gegenstände, wenn nicht ihre Vernichtung durch Feuer vorgezogen wird, während der Dauer von 48 Stunden in Carbolsäurelösung einzuweichen und darauf mit Wasser zu spülen. Zur Bereitung der Lösung ist die sog. 100 proc. Carbolsäure (Acidum carbolicum depuratum) zu benützen, und zwar ist zu jedesmaligem Gebrauche ein Theil derselben in 18 Theilen Wasser unter häufigem Umrühren zu lösen.

II. Behandlung der Abtritte.

Wo Abtrittanlagen sind, welche die Luft im Abtritte selbst und die Luft im Hause verunreinigen, hat man sich nicht nur der grösstmöglichen Reinlichkeit in den Abtritten zu befleissigen und mittels der Abtrittfenster zu lüften, sondern man kann auch dem in faulige Zersetzung übergehenden Inhalt der Abtrittröhren, -Gruben oder -Fässer solche Stoffe beimischen, welche gasförmige Emanationen des Inhaltes wesentlich beschränken. Dafür eignen sich am besten billige Metallsalze, wie Eisenvitriol (schwefelsaures Eisenoxydul), wie er als krystallinisches Pulver im Handel vorkommt, und Manganchlorür, wie es in den Chlorkalkfabriken als Flüssigkeit abfällt. Von beiden ist so viel anzuwenden, dass der Inhalt der Abtrittröhren, -Gruben und -Fässer stets sauer reagirt, was durch blaues Lackmuspapier constatirt werden kann, welches von entnommenen Proben geröthet werden muss.

Man kann annehmen, dass 25 g Eisenvitriol in der zehnfachen Menge (¼ l) Wasser gelöst, für die täglichen Excremente einer Person hinreichen, um die sauere Reaction zu erhalten. Sind aber bereits in alkalische Zersetzung übergegangene Excremente in den Gruben oder Fässern vorhanden, was durch Curcumapapier, welches dabei gebräunt wird, constatirt werden kann, so muss ihrer Menge entsprechend Eisenvitriollösung oder Manganchlorürlösung so lange zugesetzt werden, bis die alkalische Reaction verschwindet und die saure Reaction eintritt.

Diese Behandlung der Abtritte ist keine vollständige Desinfection im Sinne der neueren Bacteriologie, mässigt aber doch den zu epidemischen Zeiten gefürchteten Gestank der Abtritte wesentlich, und ist die dabei erzielte saure Reaction selbst dem

Koch'schen Kommabacillus feindlich, welcher in sauren Flüssigkeiten ja nicht gedeiht und schon durch die Magensäure getödtet wird.

Koch lässt die Ausleerungen von Cholerakranken, die ich nie für direct ansteckend halte, mit dem gleichen Volum 5 proc. Carbolsäurelösung desinficiren und hält die Beimischung von desodorisirenden oder desinficirenden Mitteln, wie der Eisenvitriol, in den Abtritten für nutzlos; aber er verhindert mit diesem Weglassen des Eisenvitriols nicht die Luftverderbnis durch den Gestank der Abtritte, sondern vermehrt diesen noch durch den Geruch der Carbolsäure, welcher wenigen Menschen angenehm ist. Das ist der einfache Grund, warum ich selbst jetzt noch, obschon man weiss, dass Eisenvitriol nicht viele Bacterien tödtet, ihn doch noch empfehle, wenn man überhaupt momentan etwas gegen den Gestank aus den Abtritten thun will, welchen man gründlich nur durch Waterclosets oder auch ohne diese durch ventilirte Abtrittröhren beseitigen kann, wie ich sie schon längst empfohlen habe [1]), und wie sie in München auch schon in mehreren Anstalten mit Erfolg bestehen.

Dass Abtritte, wenn sie auch nicht, oder nicht nach den neuesten Grundsätzen der Bacteriologie desinficirt sind, bei Choleraepidemien sich nicht schädlich erweisen, hat Port gefunden [2]), als er den Verlauf der Cholera 1873/74 in sämmtlichen Kasernen Münchens darauf untersuchte.

Eine andere Frage ist, wie man Zimmer oder Säle desinficiren soll, welche man weder in einen Desinfectionsapparat hineinbringen, noch wie Wäsche in Carbolsäurelösung legen kann. Es gibt viele epidemiologische Thatsachen, welche zeigen, dass zahlreiche Infectionen oft von gewissen Räumen, ja selbst von gewissen Stellen solcher Räume ausgehen, und sucht man also auch diese zu desinficiren. Es wurden dafür namentlich gasförmige Desinfectionsmittel empfohlen und schweflige Säure, Chlor- und Bromdämpfe angewendet, aber die Bacteriologen haben gefunden, dass man die Luft kaum mit einer solchen Menge dieser allerdings

1) Zeitschr. f. Biologie Bd. 3 S. 293.

2) Berichte der Choleracommission für das deutsche Reich Heft 4 S. 87.

an sich wirksamen Desinfectionsmittel beladen kann, dass widerstandsfähige Mikroorganismen, namentlich Dauersporen dadurch immer getödtet werden. Man kann also auch nicht mehr auf dem beliebten, auch von mir einst empfohlenen Ausschwefeln bestehen. Am leichtesten thut sich da die Theorie von Koch, insoferne der Kommabacillus ohnehin schon durch blosses Trocknen zu Grunde geht. Aber selbst wenn dieser Bacillus ohne alles weitere infectionstüchtig wäre, so wäre doch praktisch auch mit dem Trocknen nichts auszurichten; denn man würde damit immer viel zu spät einschreiten, wenn sich ein Raum schon als Infectionsherd bemerkbar gemacht hat; da sind die Bewohner, so weit sie disponirt waren, immer schon inficirt. Als z. B. die Cholera in der Gefangenanstalt Laufen in den Sälen 70 und 71 sich so bemerklich machte, dass von den dort befindlichen 21 Schreinern 11, von den 6 dort schlafenden Scorbutischen 4 binnen einer Woche an Cholera starben, und dann keiner mehr, was hätte es genützt, wenn man nach diesem Unglück auch auf das gründlichste desinficirt hätte? Nicht viel mehr, als wenn man nach einem erloschenen Brande mit einer Feuerspritze angefahren kommt und die kaum noch etwas rauchende Brandstätte nass macht.

Aber es sind doch Fälle denkbar, in welchen die Spritze nicht so ganz zu spät kommt, auf was soll man aber da den löschenden Strahl hauptsächlich richten? Jedenfalls dorthin, wo es noch glimmt oder glimmen kann, und das ist nach meiner Ansicht der Stubenboden und was unmittelbar darunter liegt, der sog. Fehlboden. In einem Gefängnisse nun liegen die Verhältnisse so einfach, dass man Beobachtungen darin wie Experimente betrachten kann. Die Menschen sind überall, auch was sie am Leibe tragen, ziemlich gleich, ebenso die Einrichtungen; aber der Stubenboden kann verschieden verunreiniget, verschieden warm, verschieden feucht sein, worauf zuerst die Arbeit von Emmerich über die Verunreinigung der Zwischendecken unserer Wohnräume [1]) aufmerksam gemacht hat. Er hat später auch wirklich in der Zwischendeckenfüllung eines Gefängnisses, in welchem zeitweise die Pneumonie epidemisch herrschte, die

1) Zeitschr. für Biologie Bd. 18 S. 253.

Pneumoniecoccen gefunden[1]), welche Friedländer, der Entdecker der Pneumoniecoccen in der Lunge, mit den seinigen für identisch erklärte. Wenn man einen Mikroorganismus von aussen in ein Haus trägt, so findet er weder in den Wänden, noch in den Möbeln, noch in Betten und Kleidern so günstige Bedingungen für sein Leben und für seine Vermehrung, als gerade im Boden des Zimmers, und namentlich in und unter Holzböden, wie sie in Gefängnissen sind, wo der ungetünchte Bretterboden häufig benetzt (gewaschen) wird, wo sich in den Bretterfugen und Spalten und durch diese im Fehlboden reichlich Nahrungsstoff für Mikroorganismen sammelt, wenn nur die nöthige Feuchtigkeit und die nöthige Temperatur dazu kommt. Wenn man also überhaupt die Entwickelung und Vermehrung eines Mikroorganismus im Hause, in einem Hause wie die Gefangenanstalt in Laufen, annehmen will, halte ich den Stubenboden und was mit ihm zunächst zusammenhängt, für den wahrscheinlichsten Platz, wo das Feuer glimmen, wo der hineingetragene Funken zünden könnte.

Wie desinficirt man nun einen solchen Stubenboden am besten? Doch gewiss mit dem besten aller Desinfectionsmittel, mit einer Sublimatlösung von mindestens 1 pro mille. Man kann sagen, so eine verdünnte Sublimatlösung wird sehr bald durch die Substanz des Holzes selbst, durch etwas kohlensaure Erden, die sich in jedem Strassenkothe finden, u. s. w. zersetzt, — aber das thut nichts. Wenn sich Mikroorganismen zugleich in diesen Stoffen finden, so kommt die Sublimatlösung gleichzeitig mit dem Mikroorganismus, dem Holz und dem kohlensauren Kalk in Berührung, und wird auf die ersteren nicht langsamer als auf die letzteren Stoffe wirken. Man vermischt ja die Sublimatlösung nicht vorher schon mit Pflanzenfaser oder Kreide, man kann sie sogar mit einer Mineralsäure etwas ansäuern, damit sie nicht allzuschnell neutralisirt wird.

Ich kann einen Fall anführen, in welchem wirklich das Aufwaschen des Bodens mit Sublimatlösung einen pathogenen Mikroorganismus aus einem Raume zum Verschwinden gebracht hat. Im bacteriologischen Laboratorium des hygienischen Institutes in

1) Archiv für Hygiene Bd. 2 S. 117.

München wurde mit Erysipelcoccen gearbeitet, und daneben auch mit anderen Bacterien Plattenculturen vorgenommen, wobei sich aber andere ausgesäete Pilze regelrecht entwickelten. Plötzlich änderte sich das, und wuchsen auf allen Platten Erysipelcoccen. Man suchte Anfangs die Ursache in den Bestandtheilen der Nährgelatine und in anderen Dingen, konnte aber nichts finden, und gingen die Plattenculturen, in anderen Räumen angestellt, unbeanstandet vor sich. Sowie man aber eine Platte wieder in diesem Laboratorium machte und öfter mikroskopisch untersuchte, wuchsen wieder die Erysipelcoccen in grosser Zahl darauf. Der Samen hierfür musste daher von diesem Raume kommen: aber wo war er gewachsen? Man liess nun einige Tage die Fenster offen, um gründlich zu lüften, aber es half nichts. Endlich liess man den Fussboden mit Sublimatlösung von 1 pro mille waschen, wozu man auf den Quadratmeter etwa 500 ^{ccm} ($^1/_2$ ^{l}) Lösung brauchte, und siehe da! der Erysipelcoccus war verschwunden. Die Platten mit verschiedenen Bacterien wuchsen wieder ohne Erysipelcoccen.

Diese Thatsache ermuthigte, dieses einfache Mittel auch in Häusern und Zimmern zu empfehlen, wo man wegen vorausgegangenen Scharlachs oder Diphtherie desinficiren sollte, und es kam da kein weiterer Fall nach. Ich weiss, dass das sehr wenig beweist, denn bei diesen Krankheiten kommt auch sehr häufig kein zweiter Fall nach, auch wenn man gar nichts thut, was eine Desinfection genannt werden könnte; aber trotzdem scheint es mir der Mühe werth, das Mittel weiter zu prüfen.

Dass der Erysipelcoccus auf Brettern, welche mit etwas Fleischbrühe benässt werden, wächst und sich vermehrt, haben Emmerich und Cantu[1]) experimentell nachgewiesen, ebenso auf Brettern, welche mit etwas alkalischem Harn befeuchtet wurden. Auch auf einem alten, schmutzigen Brette aus einem Zimmerboden wuchs er, nachdem man es mit etwas reinem Wasser befeuchtet hatte. Nach dem Trocknen löste sich von diesen Brettern bei einer Berührung, welche etwa der durch Fusstritte gleichkam,

---

1) Naturforscher-Vers. 1886 zu Berlin. Tagblatt S. 433.

so viel in Staubform ab, dass sich Culturen von Erysipelcoccus in Nährlösungen entwickelten.

Ich empfehle daher auch jetzt an Stelle der gasförmigen Stubendesinfectionsmittel das Aufwaschen des Fussbodens mit Sublimatlösung und gründliches Lüften, und letzteres deshalb noch dazu, weil dadurch Pilze, welche möglicherweise noch an Wänden und Möbeln hängen und durch Luftzug losgelegt werden können, sich von diesen ablösen und in einem höchst verdünnten Zustande, in welchem sie kaum mehr schädlich sein werden, ins Freie gelangen.

Ueber die Anwendung der Sublimatlösung brauche ich kaum mehr etwas zu sagen. Man kann einige Stunden nach der Aufwaschung den Boden mit trockenen Hadern nachwischen, diese Hadern dann in reinem Wasser auswaschen, und dieses Wasser dort ausgiessen, wo man gewöhnlich auch anderes Putzwasser ausgiesst, und dann eine gründliche Lüftung vornehmen.

Zu diesem Behufe öffnet man alle Fenster und heizt, wenn der Raum heizbar ist, gut ein, selbst zu einer Jahreszeit, wo nicht mehr geheizt wird. Das Heizen geschieht nicht, um warm zu machen, sondern um eine Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen hervorzubringen, welcher entsprechend sich der Luftwechsel vermehrt. Das Feuer im Ofen soll brennen, so lange die Fenster offen bleiben, wofür mir 6 bis 8 Stunden genügend scheinen. Bei dieser Gelegenheit ist der Luftwechsel und die Luftbewegung eine so kräftige, wie unter gewöhnlichen Umständen nie, und was da die gewöhnliche Luftbewegung von Wänden und Möbeln losreissen kann, das erfolgt bei dieser verstärkten Ventilation sicherlich. Man kann in einzelnen Winkeln des Zimmers, wo man glaubt, dass die Luftbewegung am geringsten ist, Ozonpapier aufhängen. Man weiss aus den Untersuchungen von Wolffhügel[1]), wie selten eine Ozonreaction in der Wohnungsluft eintritt, so dass man 12000 l davon über ein Ozonpapier leiten darf, ohne dass die Spur einer Reaction eintritt, wenn zur nämlichen Zeit schon 500 l Luft aus dem Freien eine Reaction hervorbringen. In unserer Wohnungsluft, namentlich im Staube

1) Ueber den sanitären Werth des atmosphärischen Ozons. Zeitschrift für Biologie Bd. 11 S. 422.

derselben, welchen man in den sog. Sonnenstäubchen leicht wahrnehmen kann, sind so viele Stoffe (Ozonräuber) vorhanden, welche entweder das in der eindringenden Luft vorhandene Ozon sofort in Beschlag nehmen, oder auch sich mit dem durch das Ozon aus dem Jodkalium in den Ozonpapieren ausgeschiedenen Jod schneller als das darin enthaltene Amylum verbinden, so dass die Bildung des blauen Jodamylums nicht zu Stande kommt. Man muss daher so lange lüften, bis die Ozonpapiere im Zimmer eine deutliche Färbung zeigen.

Dass solche Desinfectionen in Cholerahäusern nicht viel nützen können, darf man daraus abnehmen, dass sie immer erst in Angriff genommen werden, wenn das Unglück geschehen ist, wenn sich Cholerafälle gezeigt haben. Wenn sie etwas helfen sollen, so müssten sie prophylaktisch angewendet werden, gleich beim Auftreten der ersten Fälle, oder in Häusern, in welchen noch kein Cholerafall vorgekommen ist. Das Verfahren ist einfach und billig, leicht auszuführen, ruinirt nichts und belästigt Niemanden. Zu Versuchen in dieser Richtung eignen sich Kasernen und Gefängnisse wohl am besten.

Mit der Ansicht, dass beim Ausbruch einer Choleraepidemie mit Verkehrsbeschränkungen, Isolirung und Desinfection nur sehr wenig auszurichten ist, stehe ich durchaus nicht allein, auch viele Medicinalbeamte, welche von jeder theoretischen Grundlage absehen und sich nur auf den praktischen Standpunkt der Erfahrung stellen, sind der nämlichen Ueberzeugung. Sehr bestimmt hat sich darüber erst vor kurzer Zeit Wasserfuhr [1]) in der hygienischen Section der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Strassburg ausgesprochen. Auch Günther und Pistor scheinen sich nach ihren Aeusserungen bei der 2. Berliner Choleraconferenz nicht viel davon zu versprechen.

Dass es gar nichts schadet, wenn man alle diese Maassregeln beiseite lässt und gar nichts dieser Art, sondern nur das Gegentheil thut, hat sich am deutlichsten bei der Epidemie von 1836

1) Welche sanitätspolizeiliche Maassregeln an den Grenzen empfehlen sich gegen eine Verbreitung der Cholera aus dem Auslande nach Deutschland. Deutsche Vierteljahresschrift f. öffentl. Gesundheitspflege Bd. 17 S. 553.

im Königreiche Bayern gezeigt. Die Cholera kam damals das erste Mal seit ihrem Bestehen nach Bayern, traf also eine vollständig undurchseuchte Bevölkerung; die Regierung hatte die Kühnheit, ihren 4 Millionen Unterthanen officiell zu versichern, dass die Cholera nicht im geringsten eine ansteckende Krankheit sei, sondern sich nur aus dem genius epidemicus an einem Orte mehr, an einem andern weniger, hier bald früher, dort bald später entwickle, dass von den Kranken nie eine Ansteckung ausgehe, dass man sie ohne Furcht pflegen könne, dass namentlich ihre Ausleerungen ganz unschädlich seien, so unschädlich, dass viele Aerzte nicht bloss daran gerochen, sondern einige sie sogar gekostet hätten [1]), dass während der Dauer der Epidemie in der Hauptstadt München mehr als 40000 Menschen aus umliegenden Ortschaften verkehrt hätten, und auswärts die Krankheit nur doch in höchst vereinzelten Fällen sich gezeigt habe. Trotzdem war diese erste, ganz anticontagionistisch behandelte Choleraepidemie die schwächste von allen, die München gehabt hat. Nach Ansicht der Contagionisten hätte sie die stärkste sein sollen, eine ganz undurchseuchte Bevölkerung, Vernachlässigung jeder Isolirung und jeder Desinfection, ungehinderter Verkehr durch das ganze Land und trotz dieser gewissenlosen Maassregeln oder vielmehr Nicht-Maassregeln, welche die Regierung auch den damals wenigen contagionistisch gesinnten Aerzten gewaltsam aufdrängte, verbreitete sich die Cholera so auffallend wenig unter den 4 Millionen Einwohnern des Königreiches!

Das war doch von der bayerischen Regierung ein kühnes, epidemiologisches Experiment im grossartigsten Style; aber ein anticontagionistisches. Man sagt zwar, mit Menschen dürfe man keine Experimente machen, mit welchen Lebensgefahr oder auch nur die Gefahr zu erkranken verbunden ist. Da man aber bei Epidemien doch nicht umhin kann, etwas zu thun, so heisst man das, was man thut, nicht Experiment, sondern Maassregel, welcher sich aber die Menschen ebenso zu fügen haben, wie Thiere, welche der Experimentator bestimmten Bedingungen unterwirft.

---

1) Kopp, Generalbericht über die Choleraepidemie in München 1836/37 S. 74.

Wenn dieses grosse epidemiologische Experiment, welches die bayerische Regierung 1836 an ihren 4 Millionen Unterthanen auf anticontagionistischer Grundlage gemacht hatte, mit demselben günstigen Resultate auf contagionistischer Grundlage gemacht worden wäre, so würde man unbedingt verlangen, dass die Richtigkeit der Grundlage anerkannt würde, gerade so, wie ein Experiment mit 4 Millionen Mäusen oder Meerschweinchen; — aber da dieses gelungene Experiment auf anticontagionistischer Grundlage ruht, so beweist sein Resultat doch nichts; denn es ist wohl positiv für eine nicht contagionistische Theorie ausgefallen, aber nicht für die contagionistische, sondern für diese negativ, und bei den Contagionisten zählen für sie negative Thatsachen nicht: es ist das ein besonderes Privilegium aus alten Zeiten.

Aber Behörden und Publikum rufen zu epidemischen Zeiten laut, dass etwas geschehen müsse, schon zur Beruhigung der Gemüther, und da glauben Viele, es gäbe nichts zu thun, ohne vom Cholerakranken und was von ihm kommt, auszugehen, ohne bei diesem anzufangen. Die Erfahrung im Jahre 1836 in Bayern jedoch hat deutlich gezeigt, dass Behörden und Aerzte und Publikum sehr viel thun können und sich sehr nützlich machen können, wenn man auch gar nicht an die Ansteckung durch Kranke und ihre Ausleerungen glaubt, sondern der contagionistischen Theorie sogar officiell widerspricht, wie wir im Nachfolgenden bei den Maassregeln noch sehen werden, welche sich auf die individuelle und auf die örtliche Disposition beziehen, und dass man nach Ablauf einer Epidemie ebenso viele Verdienste nachweisen und Auszeichnungen dafür gewähren kann, als ob man contagionistisch gehandelt hätte. Solche Thatsachen, wie der Verlauf der Cholera gegenüber den ergriffenen Maassregeln 1836 in Bayern mögen von den Contagionisten wohl unerwähnt bleiben, können aber deshalb doch nicht aus der Welt geschwiegen werden.

13. Maassregeln gegen die individuelle Disposition und Fürsorge für ärztliche Behandlung.

Ich habe oben in dem Abschnitte »Individuelle Disposition und Durchseuchung« bereits hervorgehoben, welche wichtige Rolle

das spielt, was man unter individueller Disposition versteht und zusammenfasst. Darauf wirken nun sehr viele theils individuelle, theils allgemeine Einflüsse, wie z. B. die Unterschiede zwischen jung und alt, reich und arm, kräftig und schwach u. s. w. genügend zeigen. Mangelhafte Ernährung, sei es nun infolge von Armuth oder von Krankheit, steigert stets die Disposition, ebenso Diätfehler, Erkältungen und selbst deprimirende Gemüthsstimmungen. Furcht wirkt auf unseren vasamotorischen Apparat ähnlich, wie eine Erkältung, indem sie den peripheren Kreislauf zurückdrängt, und frischer Muth und mässige Muskelbewegung ähnlich wie eine wollene Cholerabinde, welche den peripheren Kreislauf entwickeln und zur Drainirung des Körpers durch das Hautorgan beitragen. Ueberanstrengung hingegen erzeugt wieder einen höheren Wassergehalt der Organe.

Da verschiedene Individuen auf verschiedene Reize sehr verschieden reagiren, so kann man keine ganz allgemein gültigen Regeln aufstellen, der Einzelne muss selber wissen, was ihm gut und schlecht bekommt, und muss im Falle des Zweifels den Arzt fleissiger als zu anderen Zeiten um Rath befragen.

Was sich durchschnittlich empfiehlt, hat der Erlass des bayerischen Staatsministeriums vom 6. August 1883 in folgendem übersichtlich zusammengefasst:

Zur Erkrankung überhaupt, insbesondere aber zur Zeit einer Choleraepidemie disponirt alles, was die Gesundheit überhaupt schwächt: schlechte Luft, schlechtes Wasser, schlechte Nahrung und Getränke, mangelhafte Ernährung, unzweckmässige Bekleidung, Unreinlichkeit, Ausschweifungen und Excesse jeder Art, selbst psychische Affecte, insbesondere solche deprimirenden Charakters, vorzüglich aber alles, was Diarrhöe verursacht In diesen Dingen hat zunächst zwar jeder Einzelne für sich und die Seinigen, unterstützt von ärztlichem Rathe, zu sorgen; aber in vielen Beziehungen haben auch die Organe der öffentlichen Gesundheitspflege mitzuwirken.

1. Eine hochgradige Verunreinigung der Wohnungs- und Strassenluft geht oft von den Abtritten aus. Diese sollen zur Cholerazeit noch sorgfältiger als sonst rein gehalten werden. Wenn sie nicht schon so eingerichtet sind, dass eine Verunreinigung der Luft und des Bodens ohnehin ausgeschlossen ist, so sollen sie nach Anleitung der bereits erwähnten Instruction mit Mitteln behandelt werden, welche die gasförmigen Emanationen aus Gruben, Fässern, Röhren u. s. w. wesentlich beschränken. Darauf ist nicht nur in Privatwohnungen, sondern insbesondere auch in allen öffentlichen Anstalten, die von vielen Menschen besucht werden, zu sehen, z. B. auf allen Eisenbahn-

stationen, in Theatern, Spitälern, Kranken- und Armenhäusern, in Schulen, Kasernen und Gefängnissen, in Gasthäusern und Wirthschaften.

2. Nicht mindere Fürsorge erfordert die Beschaffung reinen Wassers in der nöthigen Menge und die Reinhaltung der Brunnen, Quellen und Wasserleitungen.

3. Der Victualienpolizei, insbesondere bezüglich gefälschter, ekelhafter, verdorbener oder sonst der Gesundheit schädlicher Nahrungs- und Genussmittel ist erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden; die vorgeschriebenen Visitationen sind zu diesem Zwecke mit besonderer Sorgfalt vorzunehmen. Dabei ist übrigens nicht gemeint, dass der Verkauf irgend eines Nahrungsmittels, welches nicht seinem Zustande nach überhaupt der Gesundheit schädlich ist, der Cholera wegen verboten werden soll.

4. Von der grössten Wichtigkeit ist die umsichtige Anregung und Leitung der Thätigkeit der Gemeinden und Armenpflegen bezüglich erhöhter Fürsorge für die Armen überhaupt und insbesondere für arme Kranke. Namentlich sind Suppen- und Wärmeanstalten zu fördern und nach den örtlichen Bedürfnissen ins Leben zu rufen; ferner sind, um im Bedürfnisfalle sofort Hilfe leisten zu können, angemessene Vorräthe von wollenen Decken, Bett- und Leibwäsche u. dgl. bereit zu stellen.

5. So schwer es der ärztlichen Wissenschaft ist, gegen hochgradig entwickelte Choleraerkrankungen anzukämpfen, so erfolgreich werden von ihr die Anfangsstadien der Krankheit, Diarrhöen und Cholerinen behandelt. Die Kreisregierungen, Kammern des Innern, haben daher, falls die Gefahr einer Cholerainvasion näher rücken sollte, die erforderlichen Einleitungen zu treffen, um im Bedarfsfalle über das nöthige ärztliche Personal verfügen zu können.

6. Von besonderer Bedeutung ist bei dem Auftreten einer Choleraepidemie die Eröffnung von ärztlichen Besuchsanstalten, deren Anordnung den Kreisregierungen, Kammern des Innern, anheimgegeben wird.

7. Die Pflege der Cholerakranken wirkt zwar nicht ansteckend auf die Pfleger, aber viele Kranke finden im Hause und in der Familie schwer hinreichende Pflege. Es ist daher vorzusorgen, dass im Bedarfsfalle allenthalben besondere, mit den nöthigen Einrichtungen versehene Locale zur Aufnahme von Cholerakranken eröffnet werden können.

Wo die Bereitstellung solcher besonderer Locale nicht ermöglicht werden kann und die Unterbringung von Cholerakranken in den allgemeinen Krankenhäusern geschehen muss, sind diese Kranken wenigstens in eigenen, abgesonderten Zimmern oder besonderen Abtheilungen unterzubringen, um anderen Kranken den Anblick von Cholerakranken zu ersparen. Die Aufnahme von an anderen Leiden Erkrankten in die besonderen Choleraabtheilungen oder Choleraspitäler ist zu vermeiden.

8. Für das Vorhandensein eines verlässigen Wartpersonals in entsprechender Zahl ist Vorsehung zu treffen.

Für den Fall aussergewöhnlicher dienstlicher Inanspruchnahme des ärztlichen Hilfs- und Wartepersonals in öffentlichen Anstalten ist anzurathen, dieses Personal durch ausserordentliche Verpflegszulagen dienstfähig und dienstwillig zu erhalten.

9. Damit Cholerakranke bequem und rasch in die Choleraspitäler oder -Abtheilungen gebracht werden können, sind zweckmässige, für solchen Transport zu verwendende Tragbahren rechtzeitig bereitzustellen.

10. Die Apotheker sind rechtzeitig zu veranlassen, sich im Benehmen mit den Aerzten mit den nöthigen Vorräthen der geeigneten Arzneimittel zu versehen; ausserdem ist gegebenenfalls zu erwägen, wo und wie die Aufstellung von Filialdepots zur Abgabe von Arzneien ausgeführt werden soll.

Dabei ist namentlich zu beachten, dass die Anwendung von Eis in Cholerafällen vielfach in Gebrauch gekommen und daher die Bereitstellung von Eisvorräthen von besonderer Wichtigkeit ist.

Mit der Organisation von ärztlichen Besuchsanstalten und mit der Aufsuchung der Diarrhöen in den einzelnen Distrikten (Haus für Haus) ist man zuerst in München bei der Epidemie von 1836 systematisch vorgegangen und haben dieselben so segensreich gewirkt, dass von 5157 durch sie behandelten Fällen nur 1264 ins asphyktische Stadium übergingen und 553 starben. »Unter den Fällen vollkommen ausgebildeter Cholera ist bei 2 Dritttheilen (66 %) die Vernachlässigung vorhergegangener Diarrhöe und die Vermeidung der prophylaktischen Behandlung amtlich nachgewiesen« [1]).

14. Maassregeln gegen die örtliche und örtlich-zeitliche Disposition.

Zum Schlusse habe ich mich noch darüber auszuprechen, ob die localistische Theorie, welche eine örtliche und örtlich-zeitliche Disposition, deren wesentlichste Grundlagen im Vorhergehenden von mir eingehend geschildert worden sind, als eine unentbehrliche Bedingung zum Entstehen von Choleraepidemien voraussetzt, ebenso unentbehrlich, wie der specifische Cholerakeim und wie die individuelle Disposition, denn auch zu Mitteln führen kann, dieses Glied in der Kette von Ursachen zu brechen? Dem oberflächlichen Blicke, und ein solcher ist der contagionistische immer, wird das sehr aussichtslos erscheinen. Man kann den Orten keinen anderen Boden geben, als auf dem sie stehen, man kann schlecht gelegene Ortstheile nicht rasiren und wo anders hinstellen, und wenn gar das Erscheinen der Cholera zeitlich von

1) Münchner politische Zeitung Nr. 283 vom 29. November 1836. Siehe auch Kopp's Generalbericht.

Befeuchtungsverhältnissen des Bodens, von Regen und Trockenheit u. s. w. abhängt, so hat man gewiss auch darüber nicht die geringste Gewalt, sondern muss das ganz dem Himmel anheimgestellt sein lassen. Ich bin nun aber der Ueberzeugung und hoffe auch, es nachweisen zu können, dass gerade in Maassregeln gegen die örtliche Disposition der Schwerpunkt der praktischen Choleraprophylaxe ruht, und dass man damit die schlimmsten Cholera-herde zu choleraimmunen Plätzen umschaffen kann.

Auch hierüber hat sich schon die bayerische Ministerialentschliessung vom 6. August 1883 wesentlich in meinem Sinne geäussert, wenn sie sagt:

1. Es ist eine allgemeine, durch die Geschichte der Cholera fest begründete Erfahrung, dass die Krankheit am heftigsten in Orten und Ortstheilen auftritt, deren Boden von den Abfällen des menschlichen Haushaltes, namentlich durch Abtritt- und Versitzgruben, sehr verunreiniget und mangelhaft entwässert ist.

Rasche Entfernung sämmtlicher Schmutzwässer und sonstigen Unrathes aus der Nähe der Wohnhäuser ist daher überall nach Möglichkeit anzustreben, und dies um so mehr, je grösser ein Ort, je dichter bewohnt ein Boden ist. Alle Städte, in welchen gute Kanalisation und Wasserversorgung besteht, haben an ihrer Empfänglichkeit für die Cholera nachweisbar verloren.

Dahin zielende Einrichtungen dürfen aber, wenn sie von Erfolg begleitet sein sollen, nicht erst bei Ausbruch der Cholera in Angriff genommen werden, sondern müssen schon vorher durchgeführt sein.

2. An mehreren Orten, welche von Cholera befallen wurden, hat es sich als nützlich bewährt, die Bewohner schlecht gelegener oder besonders unreinlicher Gebäude, sobald die ersten Cholerafälle unter denselben vorkommen, möglichst schnell in hygienisch bessere oder besser gelegene Locale zu übersiedeln, solche ungesunde Locale zu evacuiren. Am besten eignen sich hierfür disponible Gebäude oder Baracken auf frei und höher liegenden Punkten. An Orten, welche schon früher von Choleraepidemien heimgesucht waren, lässt man sich bei Auswahl der Oertlichkeiten für diesen Zweck am besten von der Erfahrung leiten, an welchen Punkten die früheren Epidemien entweder gar nicht oder am schwächsten aufgetreten sind. Lagen in Mulden, unmittelbar am Fusse von Abhängen (an Steilrändern) sind zu vermeiden; die Lage auf dem Kamme zwischen Mulden oder auf der Höhe eines Steilrandes ist vorzuziehen. Ebenso ist compacter Felsengrund, überhaupt ein für Wasser und Luft nicht oder nur sehr wenig durchgängiger Boden porösem Gesteine oder Boden vorzuziehen. Wo Geröll- oder Sandboden von einer mehrere Fuss mächtigen Thonschichte überlagert ist, wähle man solchen Thonboden zur Uebersiedelung, da derselbe nach den bisherigen Erfahrungen der Entwickelung von Choleraepidemien sehr ungünstig ist.

3. Die zeitliche Disposition der Localitäten hängt wesentlich von atmosphärischen Einflüssen ab, gegen welche wenig zu unternehmen ist; aber wenn die örtliche Disposition getilgt ist, hat die zeitliche ohnehin keine Bedeutung mehr.

Ich will nun an zwei Beispielen, an einem aus Indien, an einem aus Deutschland zeigen, was da geschehen kann, und welchen Erfolg es hat.

Der erste Fall betrifft das Fort William bei Calcutta, welches Koch bei der I. Berliner Choleraconferenz, bei welcher ich nicht zugegen war, ein regelrechtes Experiment genannt hat, wie man schon durch Wasserversorgung allein einen Choleraherd immun machen kann, welcher Ansicht auch de Renzy und viele andere englische Aerzte in Indien sind. Ich glaube bei der II. Choleraconferenz in Berlin gezeigt zu haben, wie wenig Recht Koch gehabt hat, die Maassregeln zur Assanirung des Fort William ein regelrechtes Experiment zur Begründung der Trinkwassertheorie zu nennen und haben sich auch andere englische Autoritäten, Marston und Mouat, in meinem Sinne sehr unzweideutig ausgesprochen [1]).

Die Festung William, welche durchschnittlich eine Besatzung von etwa 5000 Mann beherbergt, steht auf einer Ebene, Maidan genannt, welche ein Areal am Flusse von etwa 5 englischen Meilen im Umfang einnimmt und nur Grasland ist. Reisfelder finden sich auch im Umkreis der Festung auf einige Meilen weit keine. Bis zum Jahre 1858 pflegte gegen Ende der Regenzeit der ganze Maidan in einen regelrechten Sumpf verwandelt zu werden. Mouat, welcher seinerzeit selbst als Arzt beim 21. Regimente der brittischen Infanterie dort einquartiert war, führt an, dass zu Cholerazeiten die Truppen, Europäer und Eingeborne, stets schwer gelitten haben. Für die Sipahis (Hindus aus den indischen Ebenen) war der Dienst in dem Fort ein Schrecken, und schützte fast jeder Mann Krankheit oder ein anderes Hindernis vor, um der Einweisung in das Fort William zu entgehen. So sehr scheuten sie die bekannte Ungesundheit des

1) Vergleiche auch meine Abhandlung: Die Trinkwassertheorie und die Choleraimmunität des Fort William in Calcutta. Archiv für Hygiene Bd. 3 S. 147.

Platzes, eine Furcht, welche, wie Mouat fand, durchaus nicht unbegründet war.

Im Juli 1858 ernannte daher die Regierung von Indien eine Specialcommission behufs Assanirung des Fort William, welche aus dem Oberst Paton, dem Generalquartiermeister Dr. Anderson und dem Generalarzte Dr. Mouat bestand. Mouat und besonders Anderson waren aus früheren dienstlichen Beziehungen sehr genau mit allen örtlichen Einzelheiten der Festung vertraut. Oberst Cavenagh, damals Platzcommandant des Fort William, hatte die Führung der Commission, welche »unter seiner geschickten und unermüdlichen Leitung jeden Theil der Festung besuchte und sorgfältig alle baulichen und andere Einrichtungen erforschte, welche irgend eine Beziehung zur Gesundheit der Garnison und zu der bedauerlichen Höhe von verhütbarer Krankheit zu haben schienen.«

Namentlich die Drainage der Festung, ihre Wasserversorgung und ihre Abtritteinrichtungen wurden äusserst mangelhaft befunden und die Mittel zur Verbesserung vorgeschlagen.

Die Schlussanträge der Kommission umfassten die ganze Erneuerung der Drainage und ein Nivellement, um die Entfernung sämmtlicher Unreinigkeiten sofort zu ermöglichen. Die Wasserversorgung der Garnison sollte durch Herstellung besonderer Teiche oder Reservoire zum Trinken und Kochen und durch gepumptes und filtrirtes Flusswasser für Zwecke der Reinlichkeit und der Abtrittanlagen geschehen. Für die Mannschaft sollten Duschbäder eingerichtet, alle Waschräume und Latrinen erneuert werden. Die üppige Vegetation von Unkraut und Gesträuchen im Fort sollte beschränkt und von Holzkohle zum Desodorisiren und Desinficiren reichlicher Gebrauch gemacht werden. Die Pissoirs sollten vollständig umgewandelt und alle Fäkalien täglich entfernt werden. Aller Unrath der Festung, welcher nicht durch das im Festungsgraben laufende Wasser fortgeschafft werden konnte, sollte eine Strecke flussabwärts auf eigens dafür construirten Schmutzbooten transportirt, der Festungsgraben auf seinen Zweck im Frieden beschränkt und öfter, als es bisher der Fall war, gründlich gereiniget und gespült werden.

Nachdem die Commission im September ihren Bericht erstattet hatte, erging der Befehl an das Staatsbauamt (Public Works Department)[1]), das Empfohlene soweit nur thunlich möglichst schleunig auszuführen.

Es ist selbstverständlich, dass diese Assanirungsarbeiten nicht alle gleichzeitig in Angriff genommen werden konnten und einige Jahre bis zu ihrer Vollendung in Anspruch nahmen. Die verbesserte Wasserversorgung trat z. B. erst im Jahre 1865 ins Leben, und erst im Jahre 1872 wurde die städtische Wasserleitung (filtrirtes Gangeswasser) im Fort William eingeführt.

Die Cholerasterblichkeit unter der Besatzung war nun folgende:

Jahr	pro mille	Jahr	pro mille
1859	6,87	1871	—
1860	33,39	1872	1,21
1861	8,52	1873	1,16
1862	14,77	1874	1,05
1863	5,37	1875	—
1864	2,53	1876	3,21
1865	1,27	1877	1,17
1866	2,32	1878	2,13
1867	2,71	1879	—
1868	5,83	1880	—
1869	—	1881	1,08
1870	2,29	1882	1,04

Die Trinkwassertheoretiker de Renzy und Koch leiten nun diese unverkennbare Abnahme der Cholerafrequenz selbstverständlich vom Trinkwasser ab, dessen Verbesserung in das Jahr 1865 fällt und mit einem Choleraminimum (1,27 ‰) coincidirt, was fast genau die nämliche Zahl ist, wie im Jahre 1872 (1,21 ‰), wo diese Verbesserung durch etwas noch besseres, durch die städtische Wasserleitung ersetzt wurde.

Dagegen heben Marston und Mouat hervor, dass die Abnahme der Cholera schon wesentlich früher als die Aenderung

1) Minute of Military Department, Government of India, 7. October 1858.

im Trinkwasser begann, und »dass die Besserung der Gesundheit der Truppen im Fort William von den sanitären Verbesserungen nach allen Seiten hin, und nicht von einer einzelnen, wenn auch noch so wichtigen herrührte.«

Ich für meinen Theil erblicke in dieser allmählichen Reduction der Choleramortalität im Fort William, welche sich in den Zahlen ausspricht, nichts anderes, als was ich auch in der Stadt München an der allmählichen Reduction der Typhusmortalität vom Jahre 1866 an gesehen habe, nachdem wir alle Abtrittgruben wasserdicht gemacht, zu kanalisiren begonnen, eine Unzahl Versitzgruben beseitiget, und durch Errichtung des allgemeinen Schlachthauses etwa tausend kleine Schlachtstätten mit ihrem Unrath aus der Stadt entfernt hatten. Da war die durchschnittliche Typhussterblichkeit von München, welche von 1848 bis 1866 jährlich durchschnittlich 2,24 pro mille betrug, schon im Jahre 1880 auf 0,2 gesunken, und ist seitdem auf einer so niedrigen Ziffer geblieben, ohne dass es von der Wasserversorgung abgeleitet werden kann. Die neue Wasserversorgung, deren sich jetzt München erfreut, trat erst 1883 ins Leben.

Marston und Mouat geben den Trinkwassertheoretikern wenigstens noch zu, dass die Verbesserung der Wasserversorgung im Fort zu dieser bedeutenden Abnahme der Choleramortalität wesentlich mitgewirkt habe, ich aber werde nun in dem folgenden Beispiele zeigen, dass man in Choleraherden, welche noch eine viel giftigere Wirkung als das Fort William auf ihre Bewohner geäussert haben, eine noch viel grössere Abnahme durch localistische Maassregeln ohne die geringste Aenderung in der Wasserversorgung herbeiführen kann.

Durch die Entwässerung des Maidan, auf welchem das Fort William steht, und welche von den Ingenieuren nach dem Jahre 1858 systematisch durchgeführt wurde, wenn auch nur als surface-drainage, haben sich die dortigen Verhältnisse wesentlich gebessert. Sonst pflegte, wie schon erwähnt, gegen Ende der Regenzeit der ganze Maidan ein Sumpf zu werden, auf welchem stellenweise massenhafter Unrath aller Art abgelagert war: nun aber läuft das Wasser, wenn bei sehr grossen Niederschlägen

auch einzelne Flächen zeitweise noch überschwemmt werden, rasch wieder ab und braucht nicht mehr im Boden zu versitzen. Ein sehr gutes Anzeichen für die grosse Veränderung, welche in den gesammten Bodenverhältnissen der Festung stattgefunden hat, ist die auffallende Abnahme der Zahl und Dichtheit der örtlich entwickelten Nebel während der kälteren Jahreszeit (December und Januar), welche Nebel früher so ausserordentlich häufig und schwer waren. Gelegentlich hat man zwar auch jetzt noch im Januar nebelige Nächte und Morgen im Fort; aber in gar keinem Vergleiche mehr mit dem, wie es früher war, wie mir von einem sehr zuverlässigen Augenzeugen berichtet wird.

Der zweite Fall aus Deutschland ist ein Theil der Stadt München, die sogenannte Grube in der Vorstadt Haidhausen, in welcher allerdings nur etwas über 500 Menschen wohnen, also nur der 10. Theil, wie im Fort William, deren Zahl aber doch gross genug ist, um die nöthigen Beobachtungen machen und Schlüsse daraus ziehen zu können.

Ich habe diesen Stadttheil schon oben bei der örtlichen Disposition (Terrainunterschiede, Mulden) geschildert[1]), und auch erzählt, wie die beiden Bürgermeister Erhardt und Widnmayer und die praktischen Aerzte Bichlmaier und Schöner und ich uns beim Ausbruch der Choleraepidemie im Sommer 1873 so vergeblich bemühten, die Bewohner dieses Stadttheils, welcher in den beiden vorausgegangenen Epidemien 1836 und 1854 so gar auffallend ergriffen wurde, zur Evacuation nach den magistratischen Ziegelstädeln zu bewegen, weil wir nicht zu hoffen wagten, dass diesmal da nicht doch auch viele Fälle noch vorkommen würden, wenn auch inzwischen sanitäre Verbesserungen seitens der Gemeindebehörde Platz gegriffen hatten. Aus der folgenden Tabelle ist ersichtlich, dass die Bewohner der Grube bei der Epidemie von

1836	82,2	pro mille
1854	123,7	„
1873	5,9	„

an Cholera verloren. So viele Menschen hat das Fort William in Calcutta in keinem Jahre verloren, das Maximum war dort

1) Dieses Archiv Bd. 5 S. 391.

33 ‰, während es in der Grube 123 ist, also etwa 4 mal mehr. In den Jahren 1836 und 1854 war Haidhausen noch eine eigene Gemeinde, 1873 war es bereits in die Stadtgemeinde München aufgenommen, daher in der folgenden Tabelle die Bezeichnung alte und neue Hausnummern. In den Akten über die Epidemien von 1836 und 1854 sind die Todesfälle nach den alten, in den Akten über die von 1873 nach den neuen Hausnummern angegeben, wie sie sich gegenwärtig an den Häusern finden. Das Haus z. B. Nr. 29 war früher 111. Die Reihenfolge habe ich nach den alten Hausnummern gewählt.

Choleratodesfälle in der Grube in Haidhausen während der Epidemien in den Jahren 1836, 1854 und 1873.

Hausnummer		Choleratodesfälle		
alte	neue	1836	1854	1873
45	35	—	4	—
46	36	2	3	—
47	48	1	3	—
48	37	1	—	—
49	38	—	5	—
50	47	—	—	—
51	46	—	1	—
52	39	—	1	—
54	40	—	2	—
55	45	1	3	—
56	44	2	4	—
57	41	2	2	—
58	42	1	2	—
59	43	1	2	—
60	25	—	—	—
61	4	3	1	—
62	20	1	1	—
63	24	—	—	—
64	21	—	—	—
65	22	1	1	—
66	23	1	2	—
67	13	1	—	—
68	12	—	—	—
69	11	—	—	—
70	10	1	—	—
71	8	1	1	—
72	9	—	2	—
73	6	—	—	—
74	7	—	1	—
75	5	3	—	—
76	2	2	2	—
76½	1	—	—	—
77	3	—	1	—
93	14	—	—	—
94	15	—	—	—
95	16	1	—	—
96	17	—	3	—
97	18	1	—	—
98	19	1	—	—
104	27	1	—	—
105	26	2	1	—
106	34	—	1	—
107	33	—	—	—
108	32	1	1	—
109	31	—	3	—
110	30	2	—	—
111	29	—	3	3
112	28	3	1	—
115	?	—	3	—
Einwohnerzahl		450	485	505
Todesfälle		37	59	3
pro mille		82,2	123,7	5,9

Man sieht, dass im Jahre 1836 in der Grube nahezu schon ebenso viele Häuser gewesen sind und fast ebensoviel Menschen darin gewohnt haben, wie im Jahre 1873, aus dem einfachen Grunde, weil sich die einstige Kies- und Sandgrube, nachdem sie als solche nicht mehr benützt und als fast unentgeltlicher Baugrund abgegeben wurde, sehr bald mit kleinen Häusern und Herbergen für Taglöhner und andere anspruchslose Leute füllte und danach kein Platz mehr für weitere Ansiedlungen war, so dass die Grube bald voll war. Hie und da wurde ein Anwesen wohl etwas umgebaut, oder aufgebaut, aber im Ganzen blieb Alles beim Alten, wie man es noch heutzutage sehen kann. Auch die Menschenklasse, welche in der Grube wohnt, war 1873 keine andere als 1836 und 1854.

Woher kam nun dieser ganz gewaltige Unterschied zwischen den einzelnen Epidemien? Die Epidemien an ein und demselben Orte sind ja auch anderswo in ihrer Intensität oft sehr verschieden. Selbst in Calcutta sterben in einem Jahre bald mehr, bald weniger. Man kann sich da in seinem Urtheile von der Zahl der Cholerafälle in der ganzen Stadt leiten lassen. Ganz München verlor z. B. im Jahre 1836 etwa 1 % seiner Bevölkerung an Cholera, im Jahre 1854 sogar etwas über 2 %. Wenn man diese Verhältniszahl auf die Grube anwendet, sind dort im Jahre 1836 wohl auch der Zahl nach weniger Menschen (37) an Cholera gestorben als 1854 (59), aber verhältnismässig zur ganzen Stadt doch mehr, wo das Verhältnis der beiden epidemischen Jahre 1 zu 2 war, während es in der Grube nur 1 zu 1,6 ist.

Ferner kann man auch sagen, die Epidemie von 1873 war in ganz München wieder schwächer als die von 1854; aber sie war es durchaus nicht in dem Maasse, wie in der Grube. Die Epidemie von 1873 war für ganz München ebenso stark, wie die von 1836, es starben wieder etwa 1 % der Einwohner. Das Verhältnis zwischen 1854 und 1873 ist also 2 zu 1. Aber in der Grube, wo 1836 8,2 %, und 1854 sogar 12,3 % gestorben waren, starben nun nicht mehr ganz 0,6 %, und beschränkten sich noch dazu alle Todesfälle in den 48 Häusern auf ein einziges Haus. 59 Fälle zu 3 Fällen verhalten sich nicht, wie in der ganzen

Stadt, wie 2 zu 1, sondern wie 2 zu 0,10, während nach den Erfahrungen von 1836 in der Grube sogar das Verhältnis von 2 zu 1,27 also 12 mal mehr erwartet werden konnte.

Und wenn man diese 3 Todesfälle im Jahre 1873 in einem einzigen Hause, im Hause Nr. 29, wieder näher betrachtet, so findet man, dass sie einer einzigen Familie angehörten, während noch 4 andere Parteien, zusammen 22 Personen im Hause wohnten. Am 17. December 1873 starb da Maria Regauer, Taglöhnerin, 24 Jahre alt, am 18. December Johann Regauer, deren Sohn, 1 Jahr 10 Monate alt, und am 19. December Anna Regauer, deren Tochter, 10 Monate alt. Und damit war es fertig in diesem Hause, und in allen übrigen Häusern der Grube auch.

Unter diesen Umständen kann ich mir unmöglich denken, dass der Infectionsstoff, an welchem die Maria Regauer und ihre beiden Kinder erkrankt und gestorben sind, in der Grube selbst, und auch nicht im Hause Nr. 29 gewachsen sei. Er ist möglicherweise aus einer anderen Choleralocalität Münchens entweder von der Regauer selbst oder von deren Mann, der auch Taglöhner war und erkrankte, aber genas, ins Haus getragen worden, ähnlich wie im Jahre 1854 3 sporadisch gebliebene Infectionen sogar in Stuttgart von München aus erfolgten. Wäre das Haus Nr. 29 selbst eine Choleralocalität gewesen, so hätten von den 5 Parteien, welche noch im Hause wohnten, eine Wittwe (allein), ein Zimmermann (7 Personen), ein anderer Taglöhner (6 Personen), eine Wittwe (4 Personen), doch noch einige davon erkranken müssen, oder, wenn der Infectionsstoff da wirklich entstanden ist, so muss er entweder von sehr geringer Menge oder von sehr abgeschwächter Virulenz und die Familie Regauer höchst disponirt gewesen sein.

Gleichwie die drei Todesfälle unter den Bewohnern des Hauses Nr. 29, erscheint auch dieses Haus selbst unter den 48 Wohnhäusern in der Grube als etwas sporadisches, und müssen die Contagionisten sich wundern, dass überhaupt nicht mehr verschleppte Fälle vorgekommen sind, da ein so grosser Theil der Bevölkerung der Arbeit und dem Erwerbe ausserhalb des Hauses nachging und gar mancher Taglöhner oder Taglöhnerin in einem Cholerahause Münchens gearbeitet haben wird. Während

der Sommerepidemie wurde nicht ein einziger verdächtiger Fall aus der Grube gemeldet, und während der lang dauernden und viel heftigeren Winterepidemie kamen ausser dem Hause Nr. 29 nur noch 3 leichte Erkrankungen in der Grube (Nr. 31, 16 und 9) vor, welche schnell wieder in Genesung übergingen. Todesfälle hatte, wie schon erwähnt, nur dieses einzige Haus.

In anderen Theilen der Vorstadt Haidhausen verhielt sich die Cholera ganz anders. Längs der Grube, unmittelbar daneben, nur höher und besser gelegen, zieht sich die äussere Wienerstrasse hin, welche 1873 74 Häuser mit 1195 Einwohnern hatte. Auch da wohnen stellenweise unbemittelte Leute, in Häusern ähnlich wie in der Grube; aber im Ganzen sind Häuser und Menschen doch schon viel besser daran. Auch die äussere Wienerstrasse hatte bei der Epidemie von 1854 schwer gelitten, und starben da 33 Personen (2,76 %), während in ganz München nur 2,2 % starben, aber doch lange nicht so viel, wie in der Grube, wo 12,37 % starben. Während der Epidemie von 1873/74 nun starben in der äusseren Wienerstrasse 13 Personen (1,08 %) in 12 verschiedenen Häusern und wurden 42 Cholera- und choleraverdächtige Fälle aus 28 Häusern gemeldet. In ganz München war die Cholerasterblichkeit bei dieser Epidemie auch 1 %. Dieser Theil von Haidhausen, die äussere Wienerstrasse, verhielt sich also 1854 und 1873 so ziemlich wie ganz München, während man in der Grube so gewaltige Unterschiede sieht.

Die Oberfläche der äusseren Wienerstrasse entwässerte sich 1854 noch sehr einfach grossentheils in die tiefer liegende Grube hinab, und waren die Häuser auf Versitzgruben angewiesen. 1859 wurde behufs Strassenentwässerung allerdings ein kleiner Kanal längs der Strasse geführt, an welchen sich aber zunächst keine Hausentwässerung anschloss. Erst im Jahre 1883 erhielt die äussere Wienerstrasse ein regelrecht gebautes Siel, an welches sich nun die auf beiden Seiten der Strasse liegenden Anwesen anzuschliessen haben. Der bauführende Ingenieur hat mir mitgetheilt, dass bis zu dieser Zeit, wo der alte Kanal entfernt wurde, in diesen nur äusserst wenige Häuser entwässert hatten, und die grösste Mehrzahl immer noch auf Versitzgruben angewiesen war.

Dieses Verhältnis, welches im Jahre 1883 bestand, ist jedenfalls im Cholerajahre 1873 kein anderes, jedenfalls kein besseres, sondern ein noch ungünstigeres gewesen. An der Wienerstrasse glaubte man gleich nach der Epidemie von 1854 eben nicht mit so durchgreifenden Maassregeln wie in der Grube vorgehen zu müssen, weil da die Epidemie nicht entfernt mit so grosser Heftigkeit, wie in der Grube aufgetreten ist, wo 13 % der Bewohner an Cholera starben, während in der äusseren Wienerstrasse nur 2,8 %.

Was hat sich nun zwischen den Jahren 1836 und 1854, wo die Einwohner der Grube mehr als decimirt wurden, und dem Jahre 1873, wo die Cholera die Grube so auffallend verschonte, geändert? Man kann diese Frage nach den drei wesentlichen Seiten hin besprechen, 1. Verkehr (Cholerakeim), 2. individuelle Disposition, 3. örtliche Disposition.

Die Verkehrsverhältnisse sind in den drei epidemischen Jahren die gleichen gewesen und kamen Cholerafälle thatsächlich auch jedesmal in der Grube vor, so dass der Keim eingeschleppt war.

An Desinfection und Isolirung kann es auch nicht liegen. Im Jahre 1836 hat man noch gar nicht desinficirt; allerdings in den Jahren 1854 und 1873, aber in ganz gleicher, ungeeigneter Weise: Eisenvitriol spielte die Hauptrolle. Also weder in einer Nicht-Einschleppung des contagiösen Keimes, noch in einer wirksamen Vernichtung des eingeschleppten Keimes durch Desinfectionsmittel kann die Ursache gesucht werden.

Hat sich vielleicht etwas in der Wasserversorgung, diesem localistischen Nothanker der contagionistischen Theorie geändert? Nicht im geringsten: die Grube hat auch heutzutage noch keinen Tropfen Wasser aus einer Röhrenleitung, und schöpft noch immer aus den nämlichen seichten, oberflächlichen Brunnen, welche schon im Jahre 1836 darin standen, alles Wasser.

Hat sich aber vielleicht die individuelle Disposition geändert? war an die Stelle der früheren vorwaltend armen Bevölkerung vielleicht eine wohlhabende getreten? Auch nicht im geringsten! Wer heutzutage in die Grube hinabsteigt, findet da noch ebenso viel Proletariat, wie früher.

Nach einer Angabe des Bezirksinspectors Kaufmann vom 13. Mai 1887 wohnen gegenwärtig im Hause Nr. 29:

1.	ein Taglöhner mit Familie	6 Personen,
2.	eine ledige Näherin, ein Schneider und ein Mädchen	3 „
3.	eine Zimmermannswittwe und deren Sohn .	2 „
4.	ein verheiratheter Zimmermann mit Familie und einem Verwandten (lediger Taglöhner) .	5 „
5.	ein verheiratheter Taglöhner mit Frau und Sohn, zwei ledige Taglöhner und ein lediger Maler (Anstreicher)	6 „
		22 Personen.

War die Bevölkerung der Grube, als die Cholera 1873 nach München kam, vielleicht noch von der vorausgegangenen Epidemie im Jahre 1854 durchseucht und dadurch immun? Auch das kann nicht angenommen werden; denn dieses müsste die übrigen Theile von München, welche 1854 ebenso durchseucht wurden, gleichfalls geschützt haben. Ferner hat die schon gründliche Durchseuchung der Grube im Jahre 1836 auch nicht verhindert, dass ihre Bewohner im Cholerajahre 1854 noch heftiger ergriffen wurden. Zwischen 1836 und 1854 liegt ein Zeitraum von 18 Jahren, zwischen 1854 und 1873 sogar einer von 19 Jahren. Im Jahre 1873 hätte sich somit die individuelle Disposition in der Grube sogar schon wieder mehr eingestellt haben müssen als im Jahre 1854.

Was ist nun zwischen 1854 und 1873 thatsächlich geschehen, dass sich die Cholera 1873 nicht mehr wie früher in der Grube einnisten konnte? Für den äusseren Anblick nichts, gar nichts. Häuser und Menschen sehen noch genau so aus, wie früher auch: höchstens dass sie etwas anders angestrichen oder angezogen sind. In den Verkehrsverhältnissen mit der cholerainficirten unmittelbaren Umgebung und der Stadt hat sich auch nichts geändert. Von Isolirung der ersten Cholerakranken war keine Rede: kurz, kein Theil des ganzen contagionistischen Apparates ist im Stande zu erklären, warum die Grube in München trotz

Beibehaltung ihrer oberflächlichen Pumpbrunnen sich ebenso unempfänglich für Cholera zeigte, wie das Fort William in Calcutta, nachdem man dort neben anderem auch die Wasserversorgung verbessert hatte.

Nach der Epidemie vom Jahre 1836 ist in der Grube gar nichts geschehen, entsprechend der damals herrschenden Theorie, nach welcher sich die Cholera aus dem genius epidemicus entwickelte. Als der Genius verschwunden war, hörte auch die Epidemie auf; was sollte man da noch thun?

Bei der Epidemie von 1854 herrschte theilweise eine contagionistische, theilweise auch schon eine localistische Anschauung. Man nahm wohl den Sitz des Infectionsstoffes in den Excrementen der Cholerakranken an und desinficirte sie fleissig, vermuthete aber auch schon, dass das Eindringen derselben in den Boden der Häuser eine Rolle spielen könnte, welche durch die muldenförmige Lage der Grube und die zahlreichen Abtritt- und Versitzgruben an deren Steilrändern noch besonders unterstützt wurde.

Nachdem auch diese Choleraepidemie, welche für München die heftigste war, aufgehört hatte, fragte man sich sowohl bei der Choleracommission, welche das Ministerium des Innern eingesetzt hatte, als auch bei der Stadtbehörde, was man etwa bei einer künftigen Wiederkehr des schlimmen Gastes oder vielmehr gegen eine solche Wiederkehr thun könne, und da fiel naturgemäss, da es keine Cholerakranken zu isoliren und keine Ausleerungen derselben mehr zu desinficiren gab, der Schwerpunkt auf die bleibenden localen Verhältnisse, von welchen man glaubte, dass sie die Cholera begünstigt, und die sich namentlich in der Grube so deutlich ausgesprochen hätten, dass sie nicht missverstanden werden konnten.

Man dachte zunächst an die Abtritt- und Düngergruben. Jedes Haus hatte eine oder mehrere sog. offene Schüttgruben hinter oder neben sich, in welche nicht nur Kehricht und andere Abfälle des menschlichen Haushaltes, sondern auch die Excremente geworfen wurden. Die wenigsten Häuser hatten eigentliche Abtritte, sondern die meisten nur Kübel, welche täglich in die Schüttgruben entleert wurden, welche nur einfach in den Kies gegraben waren.

Es wurde nun verordnet, dass alle sog. Schüttgruben zu räumen und mit reinem Kies einzufüllen seien, und dass alle Häuser, in welchen nicht regelrechte Abtritte im oder am Hause mit wasserdicht gemauerten Gruben angelegt werden konnten oder wollten, vom Magistrate errichtete gemeinsame Abtritte mit wasserdichten Gruben benutzen mussten, in welche auch andere Dinge, die sonst in die Schüttgruben gelangten, geworfen werden konnten. Die rechtzeitige Räumung dieser gemeinsamen Gruben sollte polizeilich überwacht werden.

Diese Verordnung wurde im Jahre 1856 erlassen [1]) und war bis zum Jahre 1859 ziemlich vollständig durchgeführt.

Aber ein grosser localer Uebelstand war noch ausserdem zu beseitigen. Die Grube hatte als eine von allen Seiten geschlossene Mulde nicht die Spur einer Drainage, alles Wasser von den atmosphärischen Niederschlägen, alles Spülwasser und Waschwasser, was aus den Häusern auf die Strasse geschüttet wurde, musste in im Kies angelegten Gruben versitzen. Wenn eine solche Grube verschlammt war und nicht mehr functionirte, wurde der Schlamm herausgeworfen und fortgefahren und gegraben, bis man wieder auf reinen Kies kam, welcher dann wieder eine Zeit lang das der Versitzgrube zugeführte Wasser in das Grundwasser, welches sich etwa 3 m unter der Oberfläche befindet und die Brunnen speist, versinken liess.

Deshalb wurde im Jahre 1860 am tiefsten Punkte in der Mulde anfangend ein Kanal (wie es in den magistratischen Akten heisst: eine Mine) zur Entwässerung der Grube in den Isarfluss hinab angelegt, und nun hörte die Grube auf, im Ganzen eine Versitzgrube zu sein, und waren nur mehr einzelne Versitzgruben noch geblieben.

Die Wirkung des Kanals und das Verschwinden der Schüttgruben war eine sehr augenfällige, und machte die Grube bald einen besseren, reinlicheren Eindruck, wie aus einem Berichte des Magistratsrathes Chorherr vom 21. September 1861 hervorgeht, welcher lautet:

---

1) Hauptbericht über die Choleraepidemie des Jahres 1854 in Bayern S. 896.

Dankenswerth wird die Kanalisirung und Verschönerung in der Grube in der Vorstadt Haidhausen von dortigen Bewohnern anerkannt, indem nicht nur ihre Wohnungen mehr trocknen, sondern auch durch die Entfernung zu vieler Abtritte und Schwindgruben die Luft gesünder und das Wasser in ihren Brunnen trinkbarer geworden ist. Allgemein aber wird noch der Wunsch und die Bitte geäussert, es wolle ein hoher Magistrat diese so zweckmässige Verschönerung noch weiter fortsetzen, wozu aber die Entfernung von vier Gruben, worauf sich zwei Abtritte befinden, dringend geboten ist.

Auch diese vier Gruben wurden schliesslich noch beseitigt und dadurch die Verschönerung der Grube vollendet.

Ich führe diese Thatsachen einzeln an, um es den Lesern begreiflich zu machen, wie es kam, dass die Bewohner der Grube im Jahre 1873, als die Cholera wieder nach München gelangte, der Ueberredungskunst der beiden Bürgermeister, zweier Aerzte und meiner Wenigkeit so standhaft Widerstand leisteten und nicht zur Uebersiedlung in die choleraimmunen magistratischen Ziegelstädel zu bewegen waren. Fühlten sie sich doch im Vergleiche mit ihren früheren häuslichen Zuständen jetzt wie im Himmel. Nicht nur ihre Häuser waren trockener, die Luft gesünder und ihr Brunnenwasser trinkbarer geworden, weil sie eine Kanalisation erhalten hatten, sondern die Grube war auch viel schöner geworden. Was sollten sie jetzt ausziehen? bloss weil die Grube in einer Mulde auf Kies und die Ziegelstädel auf einem etwas höheren Lehmrücken liegen, unter welchem Lehm (Löss) auch dort der nämliche Kies sich wieder findet? Nein! die Grübler blieben nun erst recht getrost in ihrer Grube.

Ich war ihnen damals sehr böse, dass sie unseren wohlgemeinten Rath so schnöde und undankbar zurückwiesen, und man hat mich deshalb in einem amtlichen Berichte auch hinreichend verhöhnt; aber jetzt sehe ich ein, dass die Grübler gescheidter und bessere Localisten waren, als ich, und bin ich ihnen nun sehr dankbar für ihre Hartnäckigkeit; denn wenn sie übergesiedelt wären, hätten sie das schlagende, epidemiologische Experiment vereitelt, welches jetzt vorliegt, zu dem sie sich freiwillig nie hergegeben hätten, und welches von der königlichen Polizeidirection auch nie gestattet worden wäre. Wenn ich 1873 im Gegentheil beantragt hätte, dass die Bewohner der Grube

nicht ausziehen, sondern in ihren Häusern bleiben sollen, damit man sehe, ob die seit 1854 ausgeführten sanitären Verbesserungen wirklich einen gesundheitswirthschaftlichen Werth haben, wie hätte man da ob meiner sträflichen Hypothesenmacherei die Hände über dem Kopfe zusammengeschlagen und mich abfahren lassen! Und wäre es vielleicht gerade deshalb doch zu einer zwangsweisen Evacuation, wenn auch nicht in die magistratischen Ziegelstädel, aber wo andershin gekommen, unter den damals maassgebenden Verhältnissen jedenfalls an eine Stelle hin, die ich nicht für gut gehalten hätte. Ein so frivoles Experiment, bei welchem so viele Menschenleben in Frage kommen konnten, hätte ja keine Behörde ruhig mit ansehen können. Aber so machten die Bewohner der Grube dieses werthvolle epidemiologische Experiment mit polizeilicher Connivenz freiwillig an sich selbst, und stehen nun ihre 48 Häuser uneinnehmbar, wie das Fort William in Calcutta, da.

Um schliesslich meinen Lesern auch noch einen richtigen Begriff von den Verschönerungen in der Grube und ihrer gegenwärtigen Schönheit zu geben, habe ich erst im April 1887 durch Herrn Obernetter zwei Theile dieses Theiles der königlichen Haupt- und Residenzstadt München photographiren und im Obernetter'schen photographischen Kupferdruckverfahren auf Tafel III und IV vervielfältigen lassen.

Diese Photographien habe ich schon vielen eingebornen Münchnern gezeigt und ihnen auch gesagt, es sei ein Theil von München, sie möchten mir nun sagen, welcher es sei. Keiner konnte mir es sagen, und als ich schliesslich mittheilte, es sei die Grube in Haidhausen, sagten alle, ja, da seien sie noch nie gewesen. Ich bin daher ganz überzeugt davon, dass das Bild auch allen Lesern neu sein wird. Ob ein Reisehandbuch oder ein Fremdenführer die Grube in Haidhausen künftig unter den Schönheiten Münchens aufführen wird, lasse ich dahingestellt sein.

Auf Tafel III nun sieht man von Osten gegen Westen, von oben nach unten. Es ist der tiefste Theil der Grube. Bei dem Buchstaben *a* beginnt der Kanal, welcher durch den dahinter liegenden Steilrand tunelirt hinab in die Isar führt, welchen

Magistratsrath Chorherr schon 1861 so sehr gerühmt hat, und auf welchen die Grübler 1873 so grosses Vertrauen gesetzt haben. Nach diesem tiefsten Punkte läuft nun alles Wasser von den Wegen und von den Häusern in gehörig nivellirten offenen gepflasterten Rinnen. Es ist also auch in der Grube nur surface-drainage, geradeso wie im Fort William.

Der Buchstabe *b* bedeutet einen Brunnen, der in Kies gegraben ist und dessen Wasserspiegel etwa 3 m unter der Oberfläche liegt. In der Grube geniesst man ausschliesslich aus solchen Brunnen gepumptes Wasser, auch im Cholerajahre 1873 hatte man kein anderes, und die nämlichen Brunnen standen auch schon im Jahre 1836.

Tafel IV zeigt einen etwas höher liegenden Theil der Grube, von Nordwesten gegen Südosten gesehen. *b* ist wiederum ein Pumpbrunnen, in welchem der Wasserspiegel etwas weiter von der Oberfläche entfernt ist, etwa um 1 m.

In der unmittelbarsten Nähe dieses Brunnens befindet sich der Communeabtritt *c*, achteckig, mit sieben zu Abtrittsitzen führenden Thüren, und mit einer Thüre zum Einwerfen von verschiedenen Abfällen. Die Grube ist mit Cement gemauert und verputzt. Wenn sie bis ½ m vom Rande gefüllt ist, muss sie wieder wenigstens theilweise entleert werden. Jährlich 2 mal muss sie ganz ausgeräumt werden. Die zunächst stehenden Häuser werden selbstverständlich sehr durch Gestank belästigt.

An diesem Communeabtritt haben gegenwärtig 11 Häuser (Nr. 27, 28, 29, 30, 32, 35, 36, 38, 47, 48 und 1) mit 50 Wohnungsparteien und 154 Personen Antheil.

An einem anderen Communeabtritt in der Grube betheiligen sich 13 Häuser mit mehr als 100 Personen.

Wo in den Häusern vorschriftsmässig angelegte Abtritte und wasserdichte Gruben vorhanden sind, werden diese benützt.

An den zur Grube gehörigen Häusern habe ich die Hausnummern gross angeschrieben, damit sie der Leser theils mit der Choleratabelle, theils mit dem Communeabtritt *c* vergleichen könne. Das grosse Haus auf Tafel IV im Hintergrunde gehört zur äusseren Wienerstrasse.

Kein Haus hat mehr eine sog. Schüttgrube, und in der ganzen Grube befindet sich keine Versitzgrube mehr. Alle Wege sind so nivellirt, dass das Wasser von der Oberfläche nach dem Anfange des Abzugskanales *a* laufen kann.

Das ist alles, was in der Grube geschehen ist, um sie zu verschönern und choleraimmun zu machen. Im Fort William ist viel mehr geschehen, obschon dort die Cholera nie in dem erschreckenden Maasse aufgetreten ist wie 1836 und 1854 in der Grube. Im Fort William und in der Grube hat man nur die Oberfläche entwässert und alle Versitzgruben beseitigt, und den Boden nicht länger mehr mit Abfallstoffen reichlich gedüngt. Ich bin überzeugt, dass Gesundheitsingenieure, wenn sie in die Grube kommen würden, da noch viel mehr nicht nur für räthlich, sondern für nothwendig halten würden, als wirklich geschehen ist, und ich selber würde es auch dringlich begutachten, aber die armen Grubenbewohner könnten es nicht bezahlen, ebenso wenig als sie sich bessere und comfortablere Häuser bauen. Sie leiden selbstverständlich durch einen Mangel an Comfort und Reinlichkeit immer noch an ihrer Gesundheit, aber gegen die Cholera hat doch schon das Wenige, was hier grossentheils auf Kosten der Stadtgemeinde München geschehen ist, augenscheinlich viel geholfen.

Es war nach meiner Ansicht auch ein grosses Glück, dass die Grube in dieser Weise schon Ende der fünfziger und Anfang der sechziger Jahre assanirt wurde. Der stark verunreinigte Boden hatte nun mehr als 10 Jahre Zeit, sich allmählich selbst zu reinigen, bis 1873 die Cholera wieder nach München kam. Wäre sie schon 1865 oder 1866 gekommen, so wäre das Resultat wahrscheinlich noch kein so günstiges gewesen, und hätte der Cholerakeim noch viel mehr Nahrung in der Grube gefunden. Aus einem imprägnirten Boden verschwinden die Nahrungsstoffe für pathogene Mikroorganismen oder eine Hilfsursache der Cholera ebenso wenig augenblicklich, als wie die Düngerbestandtheile aus einem Acker verschwinden, sobald man zu düngen aufhört, oder die Leichen aus einem Friedhofe verschwinden, sobald man aufhört zu begraben: es erfordert immer eine gewisse Zeit, wie

man auch an der obigen Cholerastatistik des Fort William sieht, wo der Cholerakeim sicherlich jedes Jahr von Calcutta aus hingetragen wird, wo es aber 10 Jahre dauerte, bis einmal kein Cholerafall mehr dort vorkam.

Die Epidemiologie hat im Fort William in Calcutta und in der Grube in Haidhausen nur Thatsachen constatirt, welche zwar über allem Zweifel feststehen, aber noch nicht wissenschaftlich erklärt sind. Die Erklärung harrt noch ihrer Zeit, und wird es wahrscheinlich noch lange dauern, bis diese gefunden wird, und ist dazu die Wissenschaft von den kleinsten Lebewesen, von den Mikroorganismen unentbehrlich, weshalb ich dieser jungen Wissenschaft auch von meinem epidemiologischen Standpunkte aus die gedeihlichste Entwickelung wünsche, und ich bedauere, dass ich schon zu alt bin, um noch in dieser Richtung forschen zu lernen. Aber die contagionistische Anschauung in der Cholerafrage wird uns nicht zum Ziele führen, sondern führt uns nur immer mehr vom Ziele ab, so lange die bacteriologischen Forscher einer falschen Hypothese huldigen und blind gegen die Thatsachen der örtlichen und zeitlich-örtlichen Disposition bleiben.

Ich glaubte deshalb diese Thatsachen, welchen ich seit mehr als dreissig Jahren, und, wie ich glaube, redlich nachgegangen bin, in dieser Abhandlung, die viel länger geworden ist, als ich dachte, als ich zu schreiben anfing, zusammenstellen zu müssen, und daneben auch die Thatsachen, welche gegen die beliebte, einfache, contagionistische Anschauung sprechen. Es ist vieles darunter, was ich früher schon bei anderen Gelegenheiten mitgetheilt habe, aber man muss oft gar lange predigen, bis man gehört wird und etwas wiederholt verlangen, bis man erhört wird.

Dass die Wissenschaft über die Aetiologie der Cholera noch nicht einig ist, hindert nicht, von Thatsachen und Erfahrungen Gebrauch zu machen, welche uns praktische Mittel zur Verhütung von Cholera bieten, so einfache Mittel, wie sie im Fort William und in der Grube zur Anwendung gekommen sind. Diese glücklichen Versuche stehen nicht vereinzelt da, sie sind namentlich in den englischen Städten schon seit Langem und mit dem besten Erfolge — wenn auch oft nur aus einem praktischen Instinkte

und unter ganz falschen theoretischen Anschauungen — mit bestem Erfolge gemacht worden. Dass in England seit 1866 keine Ortsepidemien von asiatischer Cholera mehr vorgekommen sind, kann ich für keinen blossen Zufall halten, und dieses Freibleiben namentlich nicht von Verkehrsbeschränkungen, Isolirungen und Desinfectionen dort ableiten. Dass in England sewerage, house-drainage und watersupply Staatsfragen geworden sind, macht dem praktischen Sinne des Volkes alle Ehre, und haben sich Männer aus dem Stande der Aerzte, wie John Simon, und aus dem Stande der Ingenieure, wie Robert Rawlinson, die grössten Verdienste um die Sache erworben. James Cuningham hat das sanitary improvement auch in Indien, im Heimatlande der Cholera mit Erfolg zur Geltung gebracht. Wenn man alle Orte Indiens so herrichten könnte wie das Fort William, dann würde dem Cholerakeime auch in Indien der Boden mehr und mehr entzogen, und wenn wir in Europa nur genau durchführen würden, was in der Grube zu Haidhausen geschehen ist, würde uns der eingeschleppte Cholerakeim wenig mehr anhaben können, wenn wir ihm auch alle Thore offen lassen, welche wir ihm selbst mit den grössten Anstrengungen und Opfern doch nie genügend verschliessen können, weil es unmöglich ist, den menschlichen Verkehr pilzdicht zu gestalten.

Bei der zweiten Berliner Choleraconferenz (4. bis 8. Mai 1885) wurde zwar die Ansicht geäussert, dass James Cuningham mit seinen anticontagionistischen Anschauungen im indischen Reiche sehr allein stünde; dem widerspricht aber auf das bestimmteste, was die vom Staatssecretär für Indien bald darauf in London zusammenberufene Choleraconferenz in ihren Sitzungen vom 17. und 27. Juli und vom 4. August 1885 geäussert hat, in deren einstimmigem Schlussberichte der letzte Satz lautet [1]: »Obschon die eigentliche Ursache der Cholera nicht festgestellt ist, so ist von dem allgemeinen Wesen dieser Krankheit doch so viel bekannt, dass es eine sichere Grundlage für das praktische Handeln gibt, und die Commission fühlt, dass sie nicht auseinandergehen darf,

1) Transactions of a committee conveined by the Secretary of State for India in council. London 1885.

ohne ihrer Ueberzeugung Ausdruck zu geben, dass sanitäre Maassregeln im wahren Sinne und sanitäre Maassregeln allein das einzige, sichere Mittel sind, um Ausbrüchen der Krankheit vorzubeugen und ihre Verbreitung einzuschränken und ihre Strenge zu mildern, wenn sie herrscht. Die Erfahrung in Europa und im Osten hat gezeigt, dass Cordone und Quarantänen (unter welcher Form immer) als Mittel, um das Fortschreiten der Cholera zu beschränken, nicht bloss unnütz, sondern positiv schädlich sind; und das nicht bloss wegen der vielen, unvermeidlichen Härten, welche ihr Vollzug mit sich bringt, sondern auch weil zu Zeiten, wenn die Krankheit epidemisch herrscht, sie das Publikum beunruhigen und zu andern Zeiten die öffentliche Aufmerksamkeit von der Nothwendigkeit ablenken, sanitäre Maassregeln von erprobtem Werthe unausgesetzt zu verfolgen, Maassregeln, welche überdies dahin zielen, das Auftreten jeder Art von Krankheit zu mildern.«

Diese Commission bestand aus 14 Mitgliedern mit Namen ersten Ranges[1]), deren Autorität in epidemiologischen Fragen nicht in Abrede gestellt werden kann, wenn ihr Ausspruch auch der Ansicht vieler Bacteriologen widerspricht.

Wenn sich die Bacteriologie auf epidemiologischem Gebiete noch weiter entwickelt haben wird, kommt sie ganz von selbst auf den localistischen Standpunkt und wird dann auch finden, wann und wo, an und im Hause sich Cholerainfectionsstoff entwickelt oder entwickeln kann, wenn ihm seine Nährstoffe und seine Brutherde nicht wie im Fort William und in der Grube durch localistische, prophylaktische Maassregeln weggenommen oder verkümmert und unfruchtbar gemacht werden. Der ganze Vorgang wird sich schliesslich wahrscheinlich als ein höchst einfacher darstellen. Ich halte es immer noch für möglich, dass der Mensch den Cholerakeim aus Choleraorten in seinen Excrementen verträgt, die aber erst auf einen fruchtbaren Boden fallen müssen, um unter Umständen, die wir bacteriologisch vorläufig noch nicht kennen, ihre tödliche Frucht zu erzeugen, und ich

1) Aitken, Burdon-Sanderson, Chevers, de Chaumont, Fairer, Gull, Hunter, Jenner, Lewis, Macpherson, Marston, Smart, Sutherland, Henry Hill. Präsident war Sir Jenner, Secretär Lewis.

glaube auch, dass diese Keime immer schon viel früher verbreitet werden, ehe sich Cholerafälle in den Orten zeigen: die längere Latenz des eingeschleppten Keimes in einem Orte spricht sich ja in einer Reihe von Thatsachen deutlich aus, und scheint mir die Annahme dieses Latenzstadiums zur Erklärung vieler epidemiologischer Thatsachen unentbehrlich. Wir müssen mit der hergebrachten Tradition brechen, dass die Zeit der Einschleppung der Cholera mit der Zeit der Ankunft von Cholerakranken oder von Gegenständen zusammenfallen müsse, welche von diesen verunreinigt wurden.

Ich finde es ganz richtig und gerechtfertigt, zunächst die grösseren Orte, Hafenplätze an der See und Städte im Innern der Länder zu assaniren, weil sich in ihnen der Verkehr, welcher unter Umständen auch den Cholerakeim mit sich führt, concentrirt, und weil dieser Keim, falls er sich da zu vermehren Gelegenheit hat, von da aus wieder weiter in andere empfängliche Orte getragen werden kann.

Eine gründliche Hausentwässerung, die Entfernung aller Versitzgruben aus der Nähe der menschlichen Wohnungen, das Verhindern des Eindringens der Abfälle des menschlichen Haushaltes in den Boden, auf welchem unsere Häuser stehen, eine für alle Zwecke der Reinlichkeit genügende Wasserversorgung haben sich überall als eine wirksame Prophylaxis gegen Choleraepidemien bewährt, ebenso wirksam wie Chinin gegen Wechselfieber, wenn man auch noch gar nicht weiss, wie sie wirken, was man ja auch vom Chinin noch nicht weiss. Das darf aber nicht hindern, von diesen Mitteln in der Praxis allgemeinen Gebrauch zu machen, und diese Recepte können nicht erst gemacht werden, wenn die Cholera da ist, sondern ihre Zubereitung muss schon lange vorher in Angriff genommen werden.

In ihnen allein ruht die thatsächliche Choleraprophylaxis. Die Orte, welche nicht von Natur aus choleraimmun sind, soll die hygienische Kunst immun machen.

Das ist das einfache Ziel der localistischen Lehre, welcher ich huldige. Diese Maassregeln helfen nicht bloss gegen Cholera, sondern auch gegen andere von der Localität abhängige Krank-

heiten. Die örtliche Disposition für Cholera und Abdominaltyphus fällt oft zusammen, aber doch nicht immer. Die choleraimmunen Städte Lyon und Stuttgart z. B. haben schon öfter an heftigen Typhusepidemien gelitten. Es bleibt also in diesen Beziehungen noch gar viel zu erforschen. Aus der Grube in Haidhausen ist nun nicht nur die Cholera verschwunden sondern auch der Abdominaltyphus, der bis zum Jahre 1865 oft arg darin gehaust hat, während seitdem in der äusseren Wienerstrasse noch 29 Typhustodesfälle vorgekommen sind. Die contagionistische Theorie hat dafür keine Erklärung zu bieten, und ihre Mittel Cordone, Quarantänen, Isolirung der Kranken und Desinfection ihrer Ausleerungen haben noch nie einen nachweisbaren Erfolg gehabt, sowie deren vollständige Unterlassung auch noch nie einen Schaden gebracht, wie sich bei der Choleraepidemie von 1836 in Bayern so schlagend gezeigt hat. Alle diese contagionistischen Maassregeln haben nur eine theoretische Grundlage und werden nicht angewandt, weil sich ihr Nutzen bewährt hat, sondern weil sie ein Ausfluss der herrschenden Theorie sind, welche allerdings einfach und Allen leicht verständlich ist, und der man nur noch wünschen könnte, dass sie auch wahr sein möchte, was man aber auf Grund zahlreicher epidemiologischer Thatsachen und Erfahrungen sehr bezweifeln muss.

Im national-ökonomischen Interesse ist sehr zu wünschen, dass nutzlose Verkehrsbeschränkungen, wie sie zeitweise für Schiffe aus Choleragegenden beliebt werden, in Wegfall kommen und dafür eine ständige hygienische Ueberwachung des Seeverkehrs an die Stelle tritt. Schmutzige und schlecht geführte Schiffe soll man nicht nur zu Cholerazeiten beanstanden, sondern immer. Wenn darüber internationale Vereinbarungen getroffen werden, dann werden diese viel nützen und braucht man beim Ausbruch der Cholera nichts zu thun, als was sonst auch regelmässig geschieht.

Salvavi animam meam.

Anhang.

Typhus und Ruhr im Lichte der Kriegserfahrungen von 1870/71[1]).

Nachdem das jüngere Geschlecht der Epidemiologen sich der statistischen Forschungsmethode etwas entfremdet hatte und vielfach in das ätiologische Erbübel der Speculation zurückgefallen war, ist auf diesem Gebiete wieder einmal ein classisches Werk erschienen, das an die besten Traditionen der älteren Schule anknüpft.

In der Epidemiologie bekämpfen sich bekanntlich zwei Forschungsrichtungen. Die Einen gehen von der selbstbewussten Ansicht aus, dass es gar nicht nothwendig sei, die Epidemien in toto zu studiren; sie trauen sich die Kunst zu, aus dem kleinsten Bruchstück die vollständige Naturgeschichte der Epidemien, gleichsam leonem ex ungue, abzuleiten. So geistreich es jedenfalls ist, vom Theil auf das Ganze zu schliessen, und so nothwendig dieses Vorgehen überall da ist, wo das Ganze sich als unfassbar erweist, so ist es doch Thatsache, dass dieser Forschungsweg unendlich viel Fehlerquellen birgt. Die andere Partei der Epidemiologen geht den entgegengesetzten Weg; sie erforscht zuerst das Ganze und wagt sich erst dann an die Deutung der Einzelerscheinungen; sie verlangt Beobachtungen im grossen Stil und vollständigste Befundaufnahme über alles Thatsächliche; sie bedient sich dabei eines exacten Forschungsmittels, der Statistik, in derselben Weise, wie der Physiker oder Chemiker vom Maassstab und der Waage Gebrauch macht. Dieser Forschungsweg ist natürlich unendlich mühsamer als der speculative, aber er führt desto sicherer zur Erkenntnis der Wahrheit. Das vorliegende Werk steht voll und ganz auf dem Boden der letzteren Richtung.

Obwohl mit dieser Charakterisirung des neuesten Bandes des Kriegs-Sanitätsberichtes als einer streng wissenschaftlichen und methodisch richtig angelegten Arbeit bereits kein geringes Lob ausgesprochen ist, so reicht dasselbe doch noch nicht an das wirkliche Verdienst des Werkes heran. Wissenschaftlich correcte Arbeiten können recht trocken und ungeniessbar sein, und besonders die Statistiker sind berüchtigt durch ihre Kunst, mit endlosen Zahlenreihen selbst den geduldigsten Leser zur Verzweiflung zu bringen. Von diesem trocknen Ton ist hier keine Rede. Das schwere statistische Rüstzeug, das zum Aufbau gedient hat, ist so rücksichtsvoll im Hintergrund gehalten, dass auch der abgesagteste Zahlenfeind nicht erschreckt wird, sondern sich dem Genusse der Abhandlung ungestört hingeben kann. Und ein wirklicher Genuss ist die Lectüre derselben; sie ist spannend und fesselnd vom Anfang bis zum Ende und stellt sich trotz ihrer massiven statistischen Basis als ein

1) Kriegs-Sanitätsbericht. 6. Band: Seuchen.

erquickendes und lebendiges Bild aus der bewegten Zeit unseres jüngsten Krieges dar.

Dass ein solches Werk nicht bloss vorübergehendes Interesse bietet, sondern einen unvergänglichen und hochwichtigen Baustein der Epidemiologie bildet, ist selbstverständlich. Ganz besonders werden die Militärärzte an den unschätzbaren Erfahrungen, die darin niedergelegt sind, für alle Zukunft einen sicheren Halt und eine reiche Quelle der Berathung finden. Die wichtigste dieser Erfahrungen gründet sich auf die Evacuationsresultate der Typhus- und Ruhrkranken, und diese sollen hier allein etwas näher besprochen werden.

Von den 74000 typhösen und 39000 Ruhrerkrankungen, welche die deutsche Feldarmee von Mitte Juli 1870 bis Ende Juni 1871 lieferte, gingen unausgesetzt massenhafte Transporte an die Grenze, um von hier aus nach allen Theilen von Deutschland zerstreut zu werden. Man war anfangs bei den Typhuskranken wegen des oft ungewöhnlich starken Exanthems besorgt, dass man es mit dem gewöhnlichen Begleiter der Kriegsheere, dem exanthematischen Typhus zu thun habe. Aber sobald man sich an dem Freibleiben der Wärter überzeugt hatte, dass eine ansteckende Krankheit nicht vorliege, wurde die Evacuation mit der grössten Unerschrockenheit ins Werk gesetzt. Das Resultat war über alles Erwarten günstig. Jede irgend erhebliche Weiterverbreitung auf die Civilbevölkerung des Heimatlandes blieb aus, im schärfsten Gegensatz zu den Erfahrungen, welche gleichzeitig bezüglich der Pocken und in früheren Jahren bezüglich des Flecktyphus gemacht wurden.

Ein grossartigeres und schlagenderes Experiment zur Entscheidung der Frage, ob Abdominaltyphus und Ruhr zu den ansteckenden Krankheiten gehören oder nicht, ist kaum denkbar. Es hat ja gewiss für Viele eines so colossalen Experimentes gar nicht bedurft, um zu begreifen, dass Typhus und Ruhr an stets oder vorübergehend unempfänglichen Orten mit aller Gewalt nicht angepflanzt werden können, dass also bei der Verbreitung dieser Krankheiten neben der Einschleppung des Infectionsstoffes die Beschaffenheit der Oertlichkeit eine entscheidende Rolle spielt. Aber Manche brauchen etwas kräftigere Argumente, und diese sind nun endlich gegeben. Diese Riesenerfahrung kann nicht, wie es bei den kleineren Erfahrungen üblich ist, ignorirt werden. Vor ihr müssen sich die Contagionisten entweder laudabiliter unterwerfen, oder sie müssen den Muth haben zu erklären, dass es Zufall war, wenn bei tausendfach gebotener Gelegenheit zur Ansteckung undurchseuchter Bevölkerungen eine solche niemals zu Stande kam.

Es ist manchmal wirklich ein rechtes Glück, wenn das, was ein Gelehrter spricht, nicht gleich zu Allen dringt. Zu welchen colossalen Missgriffen wäre die Kriegsverwaltung verleitet worden, wenn sie den contagionistischen Einflüsterungen ein williges Ohr geliehen hätte! Die sämmtlichen Typhus- und Ruhrkranken hätten in den Lazarethen des Kriegsschauplatzes verbleiben müssen; sie wären bei ungenügender Pflege in den überfüllten Lazarethen gewiss grösstentheils zu Grunde gegangen, hätten den Verwundeten den Platz weggenommen, hätten die Kräfte der Aerzte und Wärter aufgerieben. Der ganze Sanitätsdienst wäre zerrüttet und lahm gelegt worden. Auch die Kriegsgefangenen hätten als notorische Träger des Typhuskeimes natürlich nicht

nach Deutschland gebracht werden dürfen. Man hätte sie nach jeder Schlacht gleich wieder fortjagen müssen. So wäre eine Verkehrtheit an die andere gereiht worden, wenn nicht Natur die Mutterpflicht geübt und dafür gesorgt hätte, dass die Kette nicht riss und dass der Reif nicht sprang.

Die Contagionisten, welche die vereinzelt vorkommenden Fälle von wirklicher oder scheinbarer Contagion bei Typhus und Ruhr für entscheidend betrachten, weil ein positiver Fall mehr beweisen soll als 100 negative, sind gewiss recht kluge und gescheidte Männer, aber praktische Epidemiologen sind sie nicht. Eine Krankheit, die unter 100 Fällen sich 99 mal nicht ansteckend erweist, gehört praktisch zu den nicht contagiösen Krankheiten. Der praktische Epidemiologe zählt alle Fälle, die positiven wie die negativen, und diejenigen Fälle, welche die überwiegende Mehrheit besitzen, bezeichnet er als Regel: nach dieser Regel richtet er seine Maassregeln. Wer sich an die Ausnahme hält und die regelmässigen Fälle ausser Betracht lässt, ist ein Raritätensammler, aber kein Epidemiologe.

Aus dem grossen Evacuationsexperiment des letzten Krieges geht die Lehre hervor, dass Typhus- und Ruhrkranke in Ländern, wo diese Krankheiten heimisch sind, und wo daher ihr Infectionsstoff durch den internen Verkehr ohnehin fortwährend nach allen Richtungen verbreitet wird, jederzeit ganz unbesorgt verschickt werden dürfen. Es kann dabei aber nicht erwartet werden, dass gar niemals mit einer Zufuhr von Kranken ein Ausbruch der betreffenden Krankheit zusammenfallen dürfe. Auf das ungewöhnliche Glück, das bei den Kriegsevacuationen waltete, ist nicht immer zu rechnen. Wenn eine Oertlichkeit gerade zu der Zeit empfänglich wird, in welcher die Krankenzufuhr stattfindet, so wird die Krankheit natürlich zum Ausbruch kommen; sie würde aber auch ohne Krankenzufuhr zum Ausbruch gekommen sein. Nachdem bei uns Typhus- und Ruhrpilze als regelmässige Passagiere auf allen Verkehrswegen zu betrachten sind, ist es ganz ohne Belang, ob die Zahl dieser Passagiere durch Krankenevacuationen gelegentlich vermehrt wird oder nicht. Nicht empfängliche Orte können aber, wie schon erwähnt, mit aller Gewalt nicht inficirt werden; bei empfänglichen Orten aber braucht es keiner Nachhilfe; zu diesen finden die Pilze von selbst ihren Weg.

Was die hie und da vorkommenden Fälle von Krankheitsübertragung auf die allernächste Umgebung des Kranken betrifft, die wahrscheinlich auf einen aus dem Typhus- oder Ruhrherde mitgebrachten, den Effecten oder vielleicht auch dem Kranken selbst äusserlich anhaftenden Infectionsstoff zurückzuführen ist, so wird sich derselben durch geeignete Reinigungsmaassregeln sicher vorbeugen lassen. Es wäre gut, solche Kranke in der Heimat zunächst nicht in Familien- sondern in Lazarethpflege zu geben, weil nur hier die geeigneten Desinfectionsvorrichtungen zur Verfügung stehen.

Etwas abweichende Evacuationsgrundsätze könnten bei Krankheiten angezeigt erscheinen, die zwar denselben Verbreitungsgesetzen unterliegen wie Typhus und Ruhr, die aber bei uns nicht heimisch sind, wie z. B. die Cholera. Wenn es vorkäme, dass auf einem auswärtigen Kriegsschauplatz die Cholera ausbräche, während die übrigen europäischen Länder noch frei davon sind, so wären Bedenken über die Zweckmässigkeit der Evacuation

von Cholerakranken nach der Heimath jedenfalls nicht ungerechtfertigt, denn die Immunität derselben könnte möglicherweise nicht in vorübergehender Unempfänglichkeit, sondern darin begründet sein, dass durch den Verkehr noch keine Cholerapilze eingeschleppt wurden. Freilich wird der Infectionsstoff, wenn er auch nicht direct vom Kriegsschauplatze her einzudringen vermag, auf Umwegen doch überallhin in Bälde sich ausbreiten. Es sind daher eigentlich mehr Pietätsrücksichten als praktische Gründe, welche in dem angegebenen Falle zum Zaudern auffordern: man will eben, wenn auch die Weiterverbreitung der Seuche noch so unvermeidlich ist, den Ausbruch doch wenigstens nicht beschleunigen helfen. Anders liegt die Sache, wenn auch nur ganz vereinzelte Orte in der Heimath von Cholera bereits befallen sind. Dann tritt die unbeschränkte Evacuation in ihr volles Recht, denn dann verhält sich die Krankheit wie eine heimische, und ihre Pilze sind dann auf allen Verkehrswegen, nicht bloss an den inficirten Orten zu treffen.

Die ungleichmässige Verbreitung der Cholera, das Verschontbleiben von Landestheilen und ganzen Ländern daraus erklären zu wollen, dass in die verschonten Gegenden keine Pilze gekommen sind, ist eine von den grössten Unbegreiflichkeiten der Contagionisten. Es ist geradezu komisch, wie sie sich abquälen, die Einschleppung nach Finthen und Gonsenheim zu ermitteln. Diese beiden Orte haben gewiss nicht mehr Cholerakeime zugeführt erhalten als alle anderen Orte von Deutschland, aber sie bildeten zufällig die allein empfänglichen Punkte. Wenn während des vergangenen Sommers noch so viele Cholerakranke von auswärtigen Lazarethen nach Deutschland verbracht worden wären, so wäre das Resultat gewiss nicht anders ausgefallen, als es in Wirklichkeit sich gestaltete.

Werden nun diese Verhaltungsgrundsätze sofort allgemeine Anerkennung finden? Gewiss nicht. Die Ueberzeugungen haben zähe Wurzeln, und es liegt einmal in der Natur des Menschen, dass er seine Anschauungen, wenn sie es auch manchmal nicht verdienen, mit rührender Treue aufs Aeusserste festhält. Es geht hier genau wie mit der Elternliebe. Jeder Erzeuger hält seine Erzeugnisse für die besten. Aber das hindert nicht, dass unter den Ideen wie unter den lebenden Wesen die stärkeren im Kampfe ums Dasein mit der Zeit Sieger bleiben. Schon jetzt ist die erfreuliche Thatsache zu constatiren, dass die contagionistische Anschauung, die im alltäglichen Glauben und Lehren eine so grosse Rolle spielt, sofort auffällig zurücktritt, wenn es sich um die Ergreifung grosser und verantwortungsvoller Maassregeln handelt. Damit kommt ein wesentlicher Grund zu Besorgnissen in Wegfall. Irrige Vorstellungen an sich sind etwas sehr Ungefährliches, wenn sie nicht zu irrigen Handlungen Veranlassung geben können, und dies ist wenigstens auf dem Gebiete des Militär-Sanitätswesens nicht mehr zu fürchten. Nachdem durch den grossartigen Präcedenzfall aus dem letzten Kriege eine sichere Basis des administrativen Handelns gewonnen ist, wird man in den maassgebenden militärischen Kreisen, wo Traditionen sorgfältig gepflegt werden, bei allen künftigen ähnlichen Vorkommnissen stets zu den einmal erprobten Maassregeln zurückkehren. Selbst Contagionisten, wenn sie mit der Zeit in hohe

Stellungen einrücken würden, könnten sich der Macht der militärischen Ueberlieferungen nicht entziehen. Die Nichtcontagionisten können sich daher in Zukunft wesentlich passiver verhalten. Sie sind durch die Kriegserfahrungen von 1870/71 Grosskapitalisten geworden, die auf den Mitbewerb der kleinen Leute, d. h. der an epidemiologischen Erfahrungen so überaus armen Gegner, mit Seelenruhe blicken können. Port.

Zusatz.

Gegen diese epidemiologischen Anschauungen Port's hat sich, wie zu erwarten war, in der deutschen, militärärztlichen Zeitschrift (1887 Heft 6 S. 278) sehr bald eine Stimme, und wie es scheint aus Bayern, unter dem Zeichen Rs. vernehmen lassen, welche sich auf die amtlichen Generalberichte über die Sanitätsverwaltung Bayerns beruft, wo geschrieben steht, dass im Jahre 1871 sich die Sterblichkeit am Typhus von 63 pro 100000 Einwohner auf 81 erhoben habe, und im folgenden Jahre 1872 wieder auf 63 gefallen sei, welche Zunahme im Jahre 1871 hauptsächlich den Kriegsereignissen und der durch sie verursachten Einschleppung des Typhuskeimes durch Kranke zuzuschreiben sei.

Dieser Einwurf ist ein sehr lehrreiches Beispiel von der merkwürdigen Logik des Herrn Rs. Es soll doch bewiesen werden, dass dieses Mehr von 18 pro 100000 von der angesteckten Civilbevölkerung kommt, und nicht etwa von den 70000 aus Frankreich nach Deutschland evacuirten typhuskranken Soldaten. Wenn von diesen nur 10% in Deutschland gestorben sind, so macht das schon 7000 Typhustodesfälle, von welchen auch ein entsprechender Theil auf Bayern kommt.

Von der bayrischen Feldarmee (91965 Mann) starben während des ganzen Feldzuges an Typhus 1840 Mann. Wie viel davon nach der Verbringung in die Heimat starben, ist mir nicht bekannt; aber bei der massenhaften Evacuation von Typhuskranken auf der Höhe der Krankheit darf man wohl annehmen, dass sich die Zahl der in Bayern nach der Evacuation Gestorbenen auf einige Hundert belief.

Bekanntlich wurden auch die Kriegsgefangenen ausnehmend stark von Typhus heimgesucht. Rechnet man nun dazu noch ein paar Hundert an Typhus gestorbene Kriegsgefangene, so wird von einem Sterblichkeitsüberschusse für die Civilbevölkerung nichts, oder so viel wie nichts übrig bleiben. Nach der Volkszählung von 1871 hatte Bayern 4852026 Seelen. Ein Ueberschuss von 18 Typhustodesfällen pro 100000 macht für das ganze Königreich 873.

Dass beim Typhus nicht ebenso, wie bei der Cholera, hie und da einzelne Uebertragungen von Infectionsstoff aus Typhuslocalitäten vorkommen, bestreite ich nicht, sondern nehme es selbst an, aber von einem epidemischen Ergriffenwerden der Civilbevölkerung durch solche Einschleppungen kann doch

weder in Süd- noch in Norddeutschland die Rede sein. Herr Rs. meint, dass sich diese Steigerung der Typhussterblichkeit nur in Bayern so deutlich ausspreche, rühre davon her, dass man in anderen deutschen Landen 1871 noch keine so genaue Mortalitätsstatistik, wie in Bayern gehabt habe, aber eine epidemische Ausbreitung einer Krankheit könnte selbst in der Türkei nicht unbemerkt bleiben. Ich sehe nicht ein, warum so etwas in Preussen, Sachsen, Württemberg u. s. w. entgangen sein könnte, wenn man damals auch noch gar keine Mortalitätsstatistik gehabt hätte.

Die Typhussteigerung im Jahre 1871 und der Abfall im Jahre 1872 trifft gerade in München, welche Stadt als Hauptsitz des bayrischen Typhus bis in die neueste Zeit verrufen war, gar nicht zu, sondern verhält es sich da ganz umgekehrt. In München starben an Typhus:

im Jahre 1870	. . . . .	259 Personen
„ „ 1871	. . . . .	220 „
„ „ 1872	. . . . .	407 „

Auch ausserhalb München und Bayern findet man solche Mängel der Coincidenz mit der Kriegstheorie des Herrn Rs. So hatte z. B. Hamburg nach der medicinischen Statistik seines verdienten Medicinalrathes Dr. Kraus

1872:	1300 Erkrankungen und	213 Todesfälle an Typhus
1873:	947 „ „	191 „ „ „

und erst lange nach dem Kriege

1884:	1255 Erkrankungen und	130 Todesfälle
1885:	2415 „ „	214 „
1886:	3948 „ „	364 „

Der nämliche Herr Rs. glaubt bei dieser Gelegenheit auch erwähnen zu müssen, dass für München Hofstabsarzt Dr. Martius bemerkt habe, dass die Coincidenz des tiefsten Grundwasserstandes mit dem epidemischen Auftreten des Typhus nicht mehr zutreffe, verschweigt aber oder weiss nicht, dass diese Coincidenz, so lange sie verfolgt wird, von 1856 bis gegen 1878 mit auffallender Regelmässigkeit jedes Jahr zugetroffen hat, und dass der gegenwärtige Mangel der Coincidenz davon herrührt, dass eben München infolge seiner Assanirungsarbeiten, welche ganz auf localistischer Grundlage erfolgten, seitdem überhaupt keine Typhusepidemien wie früher mehr hat, so dass die Zahl der Typhustodesfälle, welche früher pro 100000 Einwohner und Jahr durchschnittlich 240 war, schon seit 1879 sich zwischen 16 und 20 bewegt. In einem reinen, oder wieder reiner gewordenen Boden mag das Grundwasser auf- und abschwanken, wie es nur immer will und kann, da hat es nichts mehr zu sagen. Wie oft muss ich wohl noch sagen, dass das Grundwasser an und für sich das unschuldigste Ding von der Welt ist?

Und so haben alle Einwürfe, welche Herr Rs. gegen Port macht, nicht nur schwache Füsse, sondern sind ganz hinfällig.

München, im Juli 1887.

M. v. Pettenkofer.


42
47
48
36
b


35
32
31
30

48

13

Ueber die Aetiologie von Erysipel und Puerperalfieber.

Eine von der medicinischen Facultät der Universität München im Jahre 1885 gekrönte Preisschrift

von

Dr. Heinrich Hartmann,
Assistent an der kgl. Universitäts-Frauenklinik.

(Aus dem bacteriologischen Laboratoruim des hygienischen Institutes in München.)

(Mit Taf. I u. II.)

Bei flüchtigem historischen Rückblick auf die Anschauungsweisen über die Aetiologie der erysipelatösen Processe werden wir von einem eigenartigen Wechsel von Theorien überrascht, wie sie sich im Verlaufe der verschiedenen Zeitalter und Perioden der Heilkunde gestaltet hatten.

Das Erysipel, eine schon im frühesten Alterthume offenkundig häufige und wohlbekannte Erkrankung, findet sich schon in den Schriften des Hippokrates (in seinem dritten Buche über die Epidemien) ausführlich beschrieben. Hier machte der Autor bereits auf die epidemische Verbreitungsweise (des cutanen Rothlaufs) namentlich zu gewissen Jahreszeiten, auf maligne, unter typhösem Bilde verlaufende Erysipele und auf die Coincidenz gehäufter, schwerer Rothlauferkrankungen mit epidemisch auftretendem Puerperalfieber aufmerksam. Ferner beobachtete Hippokrates, dass das Erysipel gewöhnlich von vernachlässigten, wie gut gepflegten, oft unbedeutenden Wunden seinen Ausgang nehmen, aber auch ohne jede sichtbare Verletzung sich entwickeln könne, wobei stets eine Fluxion des Blutes nach dem Krankheitsherde hin stattfinde. Bezüglich der sowohl dem Ausbruch des Erysipels vorangehenden Erscheinungen wie Nasen-

katarrh, Bronchitis etc. als auch der in und nach dem Ablaufe des Erysipels auftretenden Affectionen innerer Organe (Lunge, Uterus) dachte er sich einen directen Zusammenhang dieser pathologischen Processe mit der Rothlauferkrankung und sprach im letzteren Falle von einem „εἴσω τρέπεσθαι" »Nach innen sich wenden« des Erysipels.

Galenus fasste das Erysipel als Erscheinung pathologischer Veränderung der flüssigen Gewebe, des Blutes und der Körpersäfte, auf, hervorgerufen durch Störung in der Secretion und Function der Galle. Galens Lehre von der biliösen Natur des Rothlaufes entsprach schon der humoralpathologischen Periode der Heilkunde.

Sydenham erklärte den erysipelatösen Process als einen Vorgang von Ausscheidung schädlicher Substanzen aus dem Geblüt, und Boerhaave nahm eine Substanz im Blute an, die in den feinsten Gefässen der Haut zurückgehalten werde und so den Anlass zur Entwickelung der Krankheitssymptome gebe.

In der Mitte des 17. Jahrhunderts versuchte es F. Hoffmann in Halle, die pathologischen Erscheinungen auf vasomotorische Störungen im Cutisgewebe zurückzuführen; er fürchtete in gleicher Weise wie Hippokrates ein Uebergreifen des erysipelatösen Processes auf innere Organe. Die Erscheinungen von Seite des Darmtractus, der Lunge, des Gehirns leitete er nämlich von einer entzündlichen Betheiligung der betreffenden Organe ab.

Wie Richter noch am Ende des 18. Jahrhunderts im Rothlauf eine directe Folge von Gallenwirkung zu erkennen glaubte, so dachten auch im hauptsächlichsten Rust (1832) und Chelius, welch letzterer selbst noch im Jahre 1851 diese Ansicht in seinem chirurgischen Lehrbuche vertrat.

Man sieht also, dass die Galen'sche Lehre von der biliösen Natur sich bis in die Mitte unseres Jahrhunderts erhalten hatte, weil sie nicht nur trotz mannigfacher Modificationen im wesentlichen doch nicht in Zweifel gezogen wurde, sondern allezeit der wärmsten Vertheidiger, zuletzt noch in Schönlein, sich zu erfreuen hatte.

Einmal befangen von der herrschenden Hypothese hatten die deutschen Aerzte stets die epidemische Ausbreitungsweise der

Rose übersehen, während die englischen Aerzte in dieser Erkenntnis vorangeeilt waren.

Nachdem schon Volkmann[1]) die Rose als eine durch örtliche Störung eines giftigen Stoffes hervorgebrachte Wundkrankheit hingestellt hatte, war Hüter[2]) gleichwohl der Erste im Jahre 1869, welcher die infectiöse Natur durch den Nachweis von Mikroorganismen sicher stellte. Er fand nämlich in den krankaft befallenen Bezirken der Haut, auch im Inhalte der Erysipelblasen »kleine, stark bewegliche Coccen«, die er als die muthmaasslichen Urheber der Krankheit ansprach.

Nach ihm fand dann Lukomsky[3]) gleichfalls Mikrococcen sowohl in den Lymphgefässen und den Gewebsspalten der zuletzt afficirten Regionen der Haut, als auch in deren Blutgefässen, in den Nieren und im Herzmuskel. Beim Stillstande oder Rückgange des Processes vermisste er regelmässig die Mikrococcen sogar bei noch starker Intensität des entzündlichen Processes.

Eine Ausnahme machte das subcutane Gewebe, in welchem er in zwei Fällen, wenn gleich der Process einige Tage bestanden hatte, dennoch grosse Mengen von Mikrococcen vorfand.

Weiterhin sahen Billroth und Ehrlich[4]) bei ihren Untersuchungsobjecten die Blut- und Lymphgefässe der Haut und des subcutanen Zellgewebes von Mikrococcen erfüllt und Nieren- und Lebercapillaren davon verstopft.

Auch Tillmanns[5]) fand in den Lymph- und Blutgefässen der Haut Coccenmassen aber bei pyämischen Erysipelen, wie er sie nannte, während er bei seinen reinen Fällen mit dem Nachweis von Mikrococcen vergeblich sich mühte.

Wolff[6]) entnahm aus dem Erysipelrande Blutproben und fand in ihnen ausser den Mikrococcen in die Länge gezogene Formen »kürzeste Stäbchen«, an denen schon ihm eine Ein-

1) Pitha und Billroth, Handbuch der Chirurgie 1869.
2) Berliner klinische Wochenschrift 1869 und Grundriss der Chirurgie 1880.
3) Virchow's Archiv Bd. 16 S. 418.
4) Langenbeck's Archiv Bd. 20 S. 418.
5) Verhandlungen der deutschen Gesellschaft f. Chirurgie 1878 S. 211.
6) Virchow's Archiv Bd. 81 S. 193.

schnürung aufgefallen war. Da die mit einer Einschnürung versehenen Stäbchen neben den Coccen vorhanden waren, so vermuthete er, es könne sich hier um einen Theilungsprocess der Coccen handeln, was nun auch in der That der Fall ist. Wurde aber an anderen Körperstellen Blut entnommen, so fand er in seinen untersuchten Fällen dasselbe stets frei von Bacterien. Bei dem inconstanten Mikrococcenbefunde, welchen sowohl er als andere Beobachter zu verzeichnen hatten, glaubte er nun, ähnlich wie Tillmanns und Billroth, »dass für die Entstehung des Erysipels das Vorhandensein von Mikroorganismen im Körper nicht erforderlich sei, dass das Erysipel auch ohne Bacterien im Körper vorkomme.«

Dem gegenüber theilt nun Koch im 1. Band der Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte (1881) Untersuchungsergebnisse mit, nach welchen bei Erysipel constant in den Lymphgefässen frisch befallener Bezirke, d. h. am fortschreitenden Rande der Affection ein bestimmter Mikroorganismus, ein zu Doppelkugeln und Kettenreihen angeordneter Mikrococcus sich vorfinde; dieser Mikrococcus werde ausschliesslich in Lymphgefässen angetroffen, niemals in Blutgefässen oder auch in Lymphgefässen an vom Rande der Affection entfernteren Stellen. Ganz die gleichen Resultate erhielt Fehleisen bei 13 von ihm untersuchten Fällen, und es gelang ihm ferner, diese für den Rothlaufprocess specifische Spaltpilzform in Reincultur zu züchten. Seine Infectionsversuche an Kaninchen und Menschen mit seinen Reinzüchtungen bewiesen zur Evidenz, dass die Rose, zumal die Wundrose, zu den infectiösen Wundkrankheiten zu zählen ist, und sie zeigten ferner gegenüber der Ansicht von Tillmanns, Billroth und Wolff die Abhängigkeit der Krankheit von Eindringen pathogener, kettenbildender Kugelbacterien in den menschlichen und thierischen Organismus.

Da nun aber das Erysipel sich nicht bloss zu Wunden hinzugesellt, sondern auch zu gewissen Jahreszeiten und unter bestimmten Verhältnissen und in verschiedenen Formen (wie cutanem, wandernden Rothlauf, sogenannter idipathischer Gesichtsrose, puerperalem Erysipel) endemische und epidemische Aus-

breitungsweise zu gewinnen vermag, indem es sich offenbar nicht nur auf dem Wege der Contagiosität, als vielmehr durch Vermehrung der Erysipelkeime ausserhalb des menschlichen Organismus in ectogener Weise verbreitet, so sind die erysipelatösen Processe mit vollem Recht auch den übrigen acuten Infectionskrankheiten wie Milzbrand, Tuberculose, Typhus etc. gleichzustellen.

I. Aufsuchung der Erysipelmikrococcen in den Körpergeweben.

»Wenn auch in der letzten Zeit, spricht Hirsch im 2. Bande seiner historisch-geographischen Pathologie (1883), die Forschung über Erysipel (mit dem Aufgeben des dogmatischen Standpunktes) einen exacten Charakter angenommen hat, so lehrt doch ein Blick auf die neuesten und bedeutendsten Arbeiten über Erysipel von Velpeau, Pirogoff, Volkmann, Billroth, Orth, Lukomsky, Tillmanns, Fehleisen u. A., wie weit entfernt man noch von einem gemeinsamen Verständnis darüber ist, was man unter »Rothlauf« zu verstehen, wie weit man diese Bezeichnung auf die in der Haut und dem Unterhautzellgewebe verlaufenden, entzündlichen Processe auszudehnen, wie man über erysipelatöse Erkrankung der Schleim- und serösen Häute, sowie anderer Gewebe zu urtheilen hat, mit einem Worte, was den Begriff Erysipelas zur Charakterisirung eines genetisch einheitlichen, unter verschiedenen Formen auftretenden Krankheitsprocesses ausmacht.« Einen kleinen Beitrag zur Lösung dieser Frage zu leisten, gestützt auf experimentelle Ergebnisse, war die Absicht vorliegender Arbeit, zu deren Aufnahme ich durch den Umstand veranlasst wurde, dass dieses Thema Gegenstand der von der medicinischen Facultät der Universität München für das Jahr 1885 gestellten Preisfrage war. Ein grosser Theil meiner Arbeit war darauf gerichtet, durch bacteriologische und histologische Untersuchungen die Entscheidung der Frage herbeizuführen, ob die Erysipelcoccen im Stande sind, Puerperalfieber hervorzurufen, eine Ansicht, die erst vor Kurzem Winckel auf Grund wohldurchdachter epidemiologischer Beobachtungs-Thatsachen Gusserow gegenüber energisch vertreten hat.

Wenn nach den vorzüglichen Forschungen Fehleisen's, dem die Aetiologie des Erysipel die gewichtigsten Aufschlüsse verdankt, und nach den histologischen Untersuchungen Koch's die Erysipelmikrococcen nur in den Lymphgefässen und Lymphspalten der Haut und, entgegen Lukomsky's Befunden, niemals in Blutgefässen angetroffen werden könnten, so wäre hiemit eine Allgemeininfection des betroffenen Organismus mit dem specifischen Virus der Rose ausser Rede gestellt. Allerdings hat die Localaffection der Haut bei der geringen Mortalität und dem meist gutartigen Verlaufe der Erkrankung in hohem Maasse Bestechendes, den pathologischen Process einzig und allein auf die Haut zu localisiren, aber bei tödlich endenden Fällen typischen Erysipels, bei denen eine pyämische Infection mit Sicherheit auszuschliessen ist, dürfte man doch wohl die Annahme einer Ueberschwemmung des ganzen Körpers mit dem specifischen Krankheitsgifte d. h. einer Allgemeininfection heranzuziehen veranlasst sein, zur ungezwungenen Erklärung der klinischen Symptome und der pathologischen Veränderungen der Organe. Wie wollte man sich denn die oftmals hochgradigen, pathologischen Processe in den inneren Organen zurecht legen, den meist enormen Milztumor mit den Veränderungen des Milzparenchyms, die acute Nephritis und die trübe Schwellung der Leber, die Erscheinungen von Seiten der Lunge, dann die endocarditischen und pericardialen Processe, die auch in leichteren, nicht tödlichen Fällen häufig zu beobachten sind, und die entzündliche Betheiligung benachbarter seröser Häute, die sich durch Bildung von peritonealen und pleuritischen Exsudaten kundgibt? Fehleisen hat ebenfalls bei Application seiner gewiss tadellosen Reinculturen deutlich ausgesprochene Störungen des Allgemeinbefindens wie Collaps, Delirien, Kopfschmerz, Erbrechen und zweimal exsudative Pleuritis beim Ablauf des künstlich erzeugten Erysipels beobachtet.

Leider hilft man sich mit der Deutung dieser Krankheitsvorgänge als »septische oder pyämische Erscheinungen« über die Klippe hinweg. Es zeigt das Erysipel grosse Neigung, mit Wunden sich zu verbinden, und wohl in den meisten Fällen ist man im Stande, Continuitätstrennungen als Ausgangspunkte

nachzuweisen. Es gehört sohin das Erysipelvirus in die Gruppe der Wundinfectionserreger, und durch seine Wirkungsäusserungen im Körper müssen uns daher sowohl im Leben als auch postmortal ähnliche Erscheinungen, wie bei den pyrogenen und saprogenen Bacterien aufstossen, ohne dass man diese als pyämische oder septische aufzufassen genöthigt wäre.

Unter den gewöhnlichen Wundinfectionsstoffen nimmt das Erysipelgift dadurch eine Ausnahmestellung ein, dass es durch seine zweifellose ectogene Entwickelung Anlass zu Hospitalendemien und zu Epidemien zu geben vermag, ein Umstand, welcher das Erysipel vom epidemiologischen Standpunkt aus von den pyämischen und septikämischen Krankheiten trennen lässt.

Wie man ferner nicht von Pyämie spricht, wenn die Milzbrandbacillen im Blute kreisen und hier ihre zerstörende Wirkung äussern, ebensowenig sollte man die Processe, die bei Allgemeininfection durch den specifischen Erysipelmikrococcus ins Leben gerufen werden, als septische oder pyämische trotz ihrer Aehnlichkeit mit solchen bezeichnen. Sepsis und Pyämie kann sich allerdings mit Erysipel vergesellschaften, aber nur dann, wenn eine Mischinfection stattfindet.

Diese und ähnliche Erwägungen, die epidemiologischen Berichte von Hirsch besonders über das Erysipelas typhosum und die im Gefolge von Erysipel auftretenden Affectionen innerer Organe legten mir die Möglichkeit eines Eindringens der Erysipelcoccen in die Blutbahn nahe und zeigten mir, wonach ich zu suchen habe. Bei dem Mangel an diesbezüglichen Forschungen hielt ich es für nothwendig, ausser der cutanen oberflächlichen Form das tiefe, und, wie schon erwähnt, auch das puerperale Erysipel und die erysipelähnlichen Affectionen der Schleim- und serösen Häute in das Bereich der Untersuchungen hereinzuziehen.

Koch und Fehleisen haben sich in ihren Untersuchungen nur auf die krankhaften Hautgebiete beschränkt und haben nur das Verhalten der Bacterien im Cutisgewebe bei oberflächlichem Erysipelprocess in eingehender Weise berücksichtigt.

Es waren daher die Befunde Fehleisen's einmal durch neue, weitere Untersuchungen zu bestätigen und zu erweitern, vor allem aber machte ich es mir zur Aufgabe, tiefen Erysipelen und in perniciösen Fällen dem Bacteriengehalt des Blutes und der Organe Beachtung zu schenken.

Zu diesem Behufe stand ich von der jetzt obsolet gewordenen Züchtungsmethode in Stichculturen ab und schlug das heute übliche und sichere, von Koch angegebene, Plattenculturverfahren ein.

Es wurden im Ganzen 16 Fälle untersucht. Wenn auch ihre Zahl keine besonders grosse ist, so drängt sich immerhin eine Eintheilungsweise in Beziehung auf die Localisation des Processes auf. Man könnte nun ein cutanes und ein Schleimhauterysipel unterscheiden, und bei dem letzteren könnte man wiederum die erysipelatösen Processe an Stellen, wo die Schleimhaut des Darmtractus in die äussere Haut übergeht (Mund- und Rachenhöhlenschleimhaut und der des Mastdarms) von dem Erysipel der Respirationswege (Larynx, Trachea) trennen und schliesslich noch den Rothlauf auf der Genitalschleimhaut (Vagina, Uterus etc.) und die seltene Affection der männlichen und weiblichen Harnröhre abscheiden. Aber bei diesem Eintheilungsprincip ist nur auf die Region des Auftrittes der Affection Rücksicht genommen, während die Betheiligung der inneren Organe am Krankheitsprocesse gänzlich ausser Acht gelassen ist.

Bei der Aufzählung der von mir untersuchten Fälle theile ich daher die Erysipele ein:

1. in Rothlauferkrankungen, bei denen der pathologische Process mit einer entzündlichen Alteration der Haut und der Schleimhäute sich kundgibt und mit charakteristischen, klinischen Symptomen sich abspielt und
2. in eine Erysipelinfection, welche, ohne die Deckgewebe des menschlichen Körpers zu befallen, ohne jede Hauteruption verläuft und vorwiegend pathologische Veränderungen in den inneren Organen setzt. Als Repräsentanten dieser Gruppe werde ich Fälle von Puerperalfieber aufführen, die ich bacteriologisch untersucht und die mich zur Aufstellung eines Erysipelas puerperale internum nöthigen.

Diesen beiden Gruppen füge ich noch

3. die Reihe von Fällen an, wobei das Erysipel eine Complication mit anderen acuten Infectionskrankheiten bildet, sei es nun, dass das Erysipel die primäre (wie Fall XI Högerle) oder die complicirende, secundäre Erkrankung darstellt.

I. Haut- und Schleimhauterysipel.

Wenn ich mich den Fällen der ersten Gruppe zuwende, so gehören hierher die früher sogenannten idiopathischen Gesichtserysipele, die im Anschluss an Verletzungen und Operationen entstehenden Wundrosen; ferner wären hier noch die erysipelatösen Processe [1]) auf Schleimhäuten, wie die Rachenerysipele und die der Respirationsorgane, der Rothlauf der Vaginalschleimhaut etc. anzufügen.

Fall I. Aus dem Krankenhaus Haidhausen, interne Abtheilung des Herrn Dr. Zaubzer, 3. März 1886.

Johann Gerber, 13 Jahre alt, acquirirte vor 4 bis 5 Tagen ein typisches Erysipelas faciei, welches sich zuerst an der linken Wange zeigte. Bis zum Tage der Untersuchung hatte sich das Erysipel über den Nasenrücken hinweg auf die rechte Wange fortgesetzt; nach oben war es auf die Glabella übergegangen, wo es von Blasenbildung begleitet war. Die oberen und unteren Augenlider der linken, auch der rechten Gesichtshälfte erschienen stark geschwellt, so dass Patient Mühe hatte, die Lider zu öffnen. Nach unten war das Erysipel (besonders linkerseits) durch den Unterkieferrand scharf abgegrenzt. Die Ohrgegenden waren frei. Temperatur 40,2 ° C.

Nachdem die Haut in vorschriftsmässiger Weise mit 1 ‰ Sublimatlösung gereinigt und mit sterilisirter Watte [2]) gut abgetrocknet war, wurde am Rande der erysipelatösen Infiltration (linke Wange des Unterkieferrandes), aber noch innerhalb der stark entzündlich gerötheten Zone die sterilisirte Spritze, bzw. deren Cannüle in die ödematöse Wangenhaut eingestochen und Serum

1) Leider hatte ich bisher nicht Gelegenheit, einen reinen und passenden Fall typischen Schleimhauterysipels ohne Complicationen zu untersuchen.

2) Die Sterilisirung der Watte geschah durch zwei Stunden langes Erhitzen auf 160 ° C. im Trockensterilisirapparat. Dieselbe befand sich dabei in mit Watte verschlossenen, weithalsigen Glasflaschen, die beim Transport mit sterilisirtem Filtrirpapier überbunden waren.

zu aspiriren gesucht. In der That gelang es, kleine Mengen des Transsudates anzusaugen, welche, auf Gelatineplatten gebracht, genügend waren, die typischen Erysipelcolonien in reichlicher Zahl und in völliger Reinheit zur Entwickelung gelangen zu lassen.

Der kleine operative Eingriff in der Gesichtshaut des Patienten verheilte rasch und völlig reactionslos unter dem Einflusse des Erysipels, welches nach ungefähr 5 Tagen in vollkommene Genesung des Kranken ausging.

Fall II. Aus dem Krankenhause in Haidhausen, chirurgische Abtheilung des Herrn Dr. Brunner.

Schühla Anton, 42 Jahre alt, zog sich am 29. December 1885 eine Quetschwunde in der Gegend des linken Supraorbitalrandes zu. Davon ausgehend zeigte sich am 3. Januar 1886 ein allmählich über die linken Augenlider und den Nasenrücken auf das rechte Auge hinüberwanderndes Erysipel, welches am 10. Januar die ganze Gesichtsfläche einnahm und sich auf eine grosse Fläche der behaarten Kopfhaut ausgedehnt hatte.

Am 13. Januar ging das Erysipel etwas zurück; Abschwellung, Epidermisabschuppung.

15. Januar. Im inneren Augenlidwinkel (links oben) hatte sich ein hirsekorngrosser, blepharoadenitischer Abscess gebildet, welcher incidirt wurde. Nun kam das Erysipel zur Heilung bis zum 18. Januar; defluvium capillorum.

Bei einer Aussaat vom Eiter des am 15. Januar eröffneten Abscesses keimten die Erysipelmikrococcen; ob auch Eiterbacterien vorhanden waren, kann ich nicht mehr mit Sicherheit angeben.

Fall III. Aus dem Krankenhaus in Haidhausen, chirurgische Abtheilung des Herrn Dr. Brunner.

Dieser dritte Fall betraf einen an Erysipelas faciei erkrankten Patienten, bei dem Vereiterung der Supraclaviculardrüsen im Anschluss an Gesichtsrothlauf sich einstellte.

Schmid Joseph, 35 Jahre alt. Patient, welcher seit 3 Tagen Schwellung und Röthung in der Gegend des rechten Auges, verbunden mit ziemlicher Druckempfindlichkeit, verspürte, trat am 8. Februar 1886 in das Krankenhaus rechts der Isar ein.

Bei seiner Aufnahme daselbst zeigten sich die Lider des rechten Auges beträchtlich geschwellt, wodurch das Oeffnen des Auges sehr erschwert war. Auch die Augenlider der linken Seite waren etwas geschwellt. Ferner zeigte sich die rechte Wange wie der Nasenrücken durch heftigen, erysipelatösen Process afficirt bei sehr grosser Druckempfindlichkeit. Stellenweise fanden sich kleine, mit Serum gefüllte Erysipelblasen. In der Nasenöffnung mehrere kleine Erosionen.

Therapie: Glacies, Ol. carbol. 10%.

Bis zum nächsten Tage (9. Februar) breitet sich das Erysipel auf die linke Seite und die benachbarte Kopfhaut aus. Hohes Fieber. Patient wird unruhig und delirirt.

Therapie: Antipyr. 2,0 Vin. Bord.

Am Morgen des 10. Februar wird der Kranke afebril, ist jedoch ganz apathisch. Es kömmt im oberen und unteren Augenlide zur Abscedirung.

Therapie: Acid. carbol. Ol. carbol.

Am 11. Februar wird der Eiter der Augenliderabscesse bacteriologisch geprüft und dazu 0,3 ccm zur Plattenaussaat verwendet. Neben runden, d. h. der Form nach isodiametrischen Bacteriencolonien, welche die Gelatine rasch verflüssigten und aus Staphylococcen bestanden, wuchsen in nicht geringer Zahl die Erysipelcolonien.

In völliger Reincultur war Erysipel gekeimt auf den Gelatineproben, welche mit der aus einem tiefgehenden Kratzdefect ausgedrückten, blutig-serösen Flüssigkeit der linken Wangenhaut, die zufällig mit 0,5 % Sublimatlösung gehörig desinficirt war, geimpft worden waren. Die Platten waren dicht mit den festwachsenden Erysipelcolonien besät.

Das Erysipel greift immer noch um sich und erreicht am 12. Februar das linke äussere Ohr, an welchem mit Serum gefüllte Blasen entstehen. Die ödematöse Schwellung der Kopfschwarte nimmt zu.

Erst am 16. Februar blasst das Erysipel ab. Das Oedem der Kopfschwarte schwindet. Beginnende Epidermisabschuppung. Aus den beiden Abscessöffnungen der Augenlider rechterseits fliesst niemals Eiter, sondern es wird stets rein seröse Flüssigkeit secernirt. Am 24. Februar zeigte sich wieder geringe Schwellung und zwar der Oberlippe und starke Röthung der Wangen; am 28. Februar bereits ein deutliches Erysipelrecidiv mit hochgradig entzündlicher Röthung und Schwellung der Gesichtshaut. Am linken Ohr Erysipelas bullosum. Der Inhalt dieser Pusteln zeigt dickliche, rahmige Beschaffenheit.

Eine Aussaat dieser dicklichen, eitrigen Pustelmasse auf Nährgelatine lässt fast nur den Staphylococcus cereus albus zur Entwickelung kommen; dazwischen finden sich nur sehr wenig Erysipelcolonien aufgekeimt.

Die Pusteln platzen und trocknen gut ab. Am 3. März ist die erysipelatöse Röthung und Schwellung fast verschwunden. Nun macht sich rechterseits eine Schwellung der Supraclaviculardrüsen bemerklich.

Therapie: Täglich gewechselter, feuchter Verband mit Acid. carbol.

Obwohl seit dem Recidiv des Erysipels sich nirgends Abscedirung eingestellt hatte und die Abscesse der Augenlider bereits vor dem Auftreten des Erysipelrecidivs zur Heilung gelangt waren, zeigte sich dennoch jetzt in der

rechten Supraclaviculargegend über den Drüsen intensive Hautröthe im Umkreis eines kleinen Handtellers und deutliche Fluctuation darunter.

Am 13. März steigt das Fieber wieder höher an, doch macht die an diesem Tage vorgenommene Operation dasselbe sofort wieder absinken. Es werden wenig blutiger Eiter, vorzüglich aber abgestorbene Drüsentheile entfernt.

Unmittelbar bei und während der Operation wurden von dem entleerten Eiter und den nekrotischen Drüsenfetzen Impfungen auf Fleischwasser-Pepton-Gelatine vorgenommen, welche bei der Rückkunft ins hygienische Institut sofort auf sterilisirte Glasplatten ausgegossen wurden. Erst nach 5 Tagen und bei einer Temperatur von 23° C. waren kleine, runde, zart granulirte Colonien ganz von dem Aussehen der Erysipelcoccencolonien entstanden, welche denn auch als solche mit Sicherheit festgestellt werden konnten. Die Colonien blieben sehr klein und kümmerlich, und auch das weitere Wachsthum der Culturen war so dürftig, dass sie mit der fünften Generation abstarben, bevor ich noch Impfversuche am Thiere vorzunehmen in der Lage war.

Hervorheben möchte ich noch, dass unter dem Mikroskope die nekrotischen Drüsentheile überaus reichlich mit solchen Erysipelcolonien durchwachsen sich erwiesen.

Die Operationswunde secernirt wenig Secret und ist in guter Heilung begriffen.

Am 23. März fühlt sich Patient wieder ganz wohl, ist nur etwas schwach. Defluvium capillorum.

Nach ungefähr 10 Tagen wurde Patient als geheilt entlassen.

Fall IV. Aus dem Krankenhause links der Isar, chirurgische Abtheilung des Herrn Geheimrath Professor Dr. v. Nussbaum.

Kinast Anna, 54 Jahre alt, Patientin, welche der Anamnese gemäss schon früher an Erysipel litt, wurde in vollkommen verwahrlostem Zustande am 15. März wegen eines Geschwüres linkerseits und eines Decubitus des Kreuzbeins in das Spital verbracht, hatte sich aber durch einen Fall unterwegs eine leichte Hautschärfung am Kopfe zugezogen. Während das Geschwür am linken Unterschenkel in schönster Heilung begriffen ist, tritt nach hochgradiger Apathie mit einer plötzlichen Temperatursteigerung auf 39,2° C. bei Benommenheit des Sensoriums am 21. März ein Erysipelas faciei auf, in starker Röthung und Schwellung der Stirnhaut sich documentirend. — Das Erysipel wandert auf die oberen Augenlider weiter und bewirkt, besonders auf dem linken, eine starke, ödematöse Schwellung, woselbst es bis zur eitrigen Infiltration und zum Aufbruch nach aussen kommt, so dass ein ausgedehnter, tief greifender

Substanzdefect sich bildet. — Die progrediente Affection schreitet über die Nase und über beide Wangen herab, wobei die Nasenschleimhaut erst eitriges Secret liefert, dann mit Borken sich bedeckt, welche durch Bespülung mit warmer Borsäurelösung entfernt werden. — Die hart sich anfühlende, erysipelatöse Schwellung und intensive Röthung setzt sich weiter auf die Oberlippe fort. Patientin, welche am 26. März fortwährend ruhig da liegt, reagirte nur unbedeutend mehr auf periphere Reize und erliegt am 27. März morgens 4 Uhr dem acquirirten Erysipel.

4 Stunden nach dem Tode der Patientin wurde das Sternum herausgenommen und der infolge beträchtlicher Exsudatmassen handtellergross vorliegende Herzbeutel mit sterilisirtem Messer eröffnet. Es entleerte sich zum Theil rein seröse, zum Theil mit Blut untermischte Flüssigkeit.

Von diesem serösen Exsudate auf Gelatineplatten gebracht, ergab ein Aufkeimen von isodiametrischen, zart granulirten, bräunlich-grünlich gefärbten Colonien in grosser Zahl und Reinheit. Die Colonien glichen ganz und gar denen der Fehleisen'schen Erysipelmikrococcen, besonders in den ersten Tagen der Cultur.

Nachdem die Verimpfung des pericarditischen Exsudats geschehen war, wurde das sehr vergrösserte und prall gefüllte Herz herausgehoben, mit 1 % Sublimatlösung dessen Aussenfläche abgewaschen, hernach ein tiefer, ausgiebiger Schnitt, bzw. Stich, in den rechten Ventrikel ausgeführt und flüssiges, lackfarbenes Blut auf diese Weise dem Herzen entnommen.

Die gewonnenen Blutproben (je 1—3 ^{ccm} Blutflüssigkeit betragend) wurden auf 8 Gelatineplatten ausgesäet, und es entwickelten sich auch hier bei der grossen Menge des verwendeten Blutquantums überaus reichlich und in Reincultur die gleichen Colonien, wie im pericarditischen Exsudate.

Ausserdem verimpfte ich, aber erst nach 12 Stunden nach dem Ableben der Patientin, zwei Stückchen vom rechten, oberen Augenlid.

Das rechte Auge war stark geschwellt (oberes und unteres Lid), die Conjunctiva trübgelatinös infiltrirt. Im Conjunctivalsacke fand sich ziemlich viel, fast klares, keine Spur von Eiterung zeigendes Secret.

Das obere Augenlid wurde nach der gehörigen Behandlung mit Sublimat und Alkohol mit sterilisirter Pincette umgeklappt und in dieser Stellung mit einem sterilisirten Häckchen erhalten.

Nach einem Schnitt durch die Schleimhaut der Innenfläche des Augenlides wurden aus der Tiefe mittels sterilisirter Scheere zwei Stückchen des serös durchtränkten Gewebes ausgeschnitten und in Gelatine gebracht. Die davon angefertigten Plattenculturen ergaben wiederum die nämlichen Colonien, wie Herzblut und pericardiales Exsudat.

Die Section der Erysipelleiche wurde erst 30 Stunden nach dem Tode vorgenommen. Die anatomische Diagnose war: »Erysipel des Gesichts, ausgehend von einer Hautschärfung am Hinterkopfe. Hypertrophie und Dilatation des ganzen Herzens. Myodegeneratio cordis. Doppelseitige, fibrinöse Pleuritis, Emphysem beider Lungen. Milztumor. Geringe trübe Schwellung der Nieren. Leptomeningitis purulenta der Gehirnbasis. Gehirnödem in geringem Grade.«

Bei der Section zeigte sich ein ausgedehntes Fussgeschwür am linken Unterschenkel in bester Heilung.

Am Schädel findet sich in der Gegend des rechten Tuber parietale eine leichte, nur die Cutis betreffende Hautabschürfung von ungefähr Zwanzigpfennigstück-Grösse, bedeckt von trockener Borke.

Das Gesicht, namentlich in der rechten Hälfte, ist stark gedunsen, die Augenlider stark geschwellt und gerunzelt. Das linke Augenlid bedeckt blutiger Schorf und eitrige Krusten. Auch die Conjunctiva des linken Auges bietet dicken, eitrigen Belag.

In der Gegend des linken Kreuzbeins bemerkt man beginnenden Decubitus.

Linke Lunge ist leicht verwachsen und mit bindegewebigen Auflagerungen bedeckt. Die Spitze zeigt einige flächenhafte Narben. Die Lunge ist von ziemlich starkem Blutgehalte, ist dunkelkirschroth und von geringem Saftgehalte. An der Spitze findet sich ein kleinbohnengrosser Herd von röthlichgelblicher Farbe, derselbe ist scharf abgegrenzt und weich. Ebenso ist im Mittellappen ein ähnlicher Herd nekrotischer Massen zu finden.

Rechte Lunge ist wie die linke mit Auflagerungen bedeckt; besonders auf dem Unterlappen bemerkt man ein fibrinös-gelatinöses Exsudat. Emphysem des Ober- und Mittellappens und ödematöse Durchtränkung derselben (Cirrhose). An der Hinterseite des Oberlappens zeigt sich ein etwa linsengrosser Lungenstein. Die Spitze besitzt zahlreiche, flächenhafte Narben und zeigt lobuläre Infiltration. Der Unterlappen ist sehr blutreich und dunkelkirschroth. In den grösseren Bronchien der Lungen findet sich blutigschaumiger Inhalt in mässiger Menge. Die Schleimhaut ist geröthet und gewulstet, die Lungenarterien leer.

Das Herz ist allseitig stark vergrössert. Ueber dem rechten Ventrikel findet man ziemliche Fettauflagerungen, einige Sehnenflecken und epikardiale Trübung. Das Endokard ist gehörig, nur im linken Ventrikel getrübt, die

Muskulatur schlaff, welk und brüchig. Die Aortaklappen sind verdickt und an den Rändern mit einander verwachsen.

Die Milz ist gut um das Doppelte vergrössert, die verdickte Kapsel gespannt. Das Parenchym schneidet sich weich und zeigt grauröthliche Färbung. Die Pulpa ist brüchig. Die Malpighi'schen Körperchen sind nicht sichtbar.

Die Leber, an welcher deutlich die Schnürfurche kenntlich ist, zeigt unregelmässige Verdickung der Kapsel und fest sich schneidendes Gewebe. Der Blutgehalt ist reichlich, die Farbe dunkelbraun, die Consistenz vermindert.

Die Nieren bieten glatte Oberflächen, dunkelgraublau gefärbtes Parenchym. Die Rindensubstanz ist verschmälert und deutlich von der Marksubstanz abgegrenzt. Die Consistenz des Gewebes ist gering, der Blutgehalt bedeutend.

Der mässig ausgedehnte Magen enthält wenig, bräunliche, dünnflüssige Massen. Die Schleimhaut ist im allgemeinen blass, zeigt capillare Injection und an der Höhe der Falten Erosionen. Die Schleimhaut des Dickdarms ist injicirt; die des Dünndarms dagegen ist blass; in den oberen Partien jedoch ist sie gleichfalls geröthet.

Nach Abnahme des Schädeldaches findet man den Sinus longitudinalis mit flüssigem Blute, namentlich in den hinteren Theilen, gefüllt. An der Basis des Gehirns erblickt man in der Gegend der Pons und des Chiasma dickes, eitriges Exsudat.

Die zarten Hirnhäute sind an der Oberfläche leicht getrübt, ihre Gefässe stark gefüllt. Die Furchen sind etwas verstrichen. Die Dura mater ist ziemlich stark gespannt und verdickt.

Das retrobulbäre Zellgewebe der linken Augenhöhle ist von eitrigen Massen durchsetzt.

Die Seitenventrikel des Gehirns sind etwas erweitert und enthalten vermehrte seröse oder blutig seröse Flüssigkeit.

Die Gehirnsubstanz ist ziemlich ödematös durchfeuchtet.

Die Niere, Leber, Milz, Lunge, Gehirn und von den erysipelatösen Oberlippen werden sofort nach der Section in der bei der Untersuchung der Puerperalfieberleiche angegebenen Weise (S. 109) eine Anzahl Stückchen oder kleine Mengen Gewebssaft auf Gelatineproben verimpft und sofort auf sterilisirte Glasplatten ausgegossen. Es keimte vorwiegend Erysipel neben anderen verflüssigenden Stäbchencolonien von offenbaren Fäulnisbacterien, so dass erst durch wiederholte Plattenaussaat die Reinzüchtung gelang. Auf den Platten aber, die mit dem Exsudat unter der Pia und mit dem eitrig durchsetzten retrobulbären Fettgeweben inficirt waren, wucherten auch noch peptonisirende mit den goldenen Eiterstaphylococcen wahrscheinlich identische Coccencolonien, die jedoch in sämmtlichen Culturen aus inneren Organen, Gesichtshaut und Conjunctiva des rechten Auges fehlten.

Bezüglich der in den einzelnen inneren Organen aufgefundenen Mengen der Erysipelnoxe boten die Platten von Milz und Leber die reichlichste Entwickelung. In bedeutend geringerer Zahl fanden sich die Erysipelcolonien auf den von peptonisirenden, lange Fäden bildenden, Fäulniskeimen rasch verflüssigten Nierenplatten, in sehr geringer Zahl in Lungen- und Gehirnsubstanz.

Mit Beendigung der Plattenculturen und der Reinzüchtungen vollendete sich die Härtung der sofort in absoluten Alkohol eingelegten Organstücke.

Auf Schnitten der geschwellten Oberlippe, welche, ohne auch nur die geringste Verletzung zu zeigen, von dem über sie hinweg wandernden typischen Erysipelprocesse afficirt war und von deren Schnittfläche reichlich sich reines und klares Serum ergoss, zeigte das Gewebe durchwegs in hohem Grade zellige Infiltration, ohne dass sie irgendwie zur Bildung von Eiterherdchen Anlass gegeben hätte.

Es hatte sich, trotzdem das Erysipel die Region der Oberlippen zuletzt ergriff, bereits eine ausgesprochen entzündliche Reaction auf die einwirkende Noxe von Seite des Gewebes geltend gemacht. An manchen Stellen war die Epidermis, wie das Mikroskop zeigte, in zusammenhängenden Stücken von der unterliegenden Cutis abgehoben (Beginn von Blasenbildung). Entsprechend der starken Zellenwucherung waren die Kettenmikrococcen nur in sehr mässiger Zahl vorhanden, theils frei im Cutisgewebe, theils in Gewebsspalten, deren Verlängerungen mit Sicherheit als Lymphgefässchen erkannt werden konnten. Während man im Deckglas-Streichpräparate vom serösen Infiltrat der Lippe ausschliesslich die Kettenmikrococcen zu Gesicht bekam, sah man auf den Schnitten im Gewebe einzelne kleine Bacillenherde kurzer, dünner Stäbchen eingestreut, welche in keinem anderen Organe wiedergefunden wurden. Stückchen der stark ödematösen Wangenhaut, wo sich das Erysipel in den tieferen Schichten abspielte, standen mir nicht zur Untersuchung zu Gebote.

Die Gefässbezirke der Leber, d. h. deren Capillargefässe waren beträchtlich erweitert. An manchen Stellen war das Leberparenchym noch gut erhalten; anderen Orts dagegen waren die Leberzellen

im Zustande der trüben Schwellung, erschienen stark gequollen und hatten zuweilen ihren Kern durch körnigen Zerfall eingebüsst. Nur in einigen wenigen Stellen waren die Leberzellen durch Atrophie zum vollkommenen Schwunde gekommen und gänzlich zu Grunde gegangen. Es machte sich ferner diffus durch das ganze Leberparenchym eine Aufspeicherung von Rundzellen innerhalb der dilatirten Capillaren bemerklich, wie es Fig. 1 Taf. I deutlich zum Ausdruck bringt und dabei eine geringe Vermehrung des Bindegewebes der Leber.

Das periportale Bindegewebe erwies sich gleichfalls leicht vermehrt und bot mehr oder minder starke, kleinzellige Rundzellen-Infiltration.

Entsprechend der zahlreichen Colonienentwickelung auf den Plattenculturen wurden die Mikrococcen auf Schnitten in grossen und zahlreichen Herden erhalten. Die Kettencoccen fanden sich nicht allein innerhalb der Blut-Capillaren und kleinen Venenstämmchen, sondern auch in den grösseren, meist mit Blutkörperchen strotzend gefüllten Blutgefässen, wo sie dann ausgebreitete Pilzcolonien zu bilden pflegten. Zum Theil fanden sich grosse Capillargebiete von den Coccenmassen durchwuchert und ausgestopft, zum Theil schlängelten sich einzelne Coccenkettchen in zierlichster Weise durch die dilatirten Capillaren, mitunter zu mehr oder minder dichten Gruppen aufgehäuft (Fig. 1 u. 2 Taf. I).

Die Milz zeigte bei hämorrhagischer Infiltration und Zellanhäufung um den Blutgefässen reichliche Mikrococcenherde; namentlich fanden sie sich im Pulpagewebe und in der Nähe der Trabekel, aber auch in Follikeln. Die Zahl der Pilzherde war selbst in kleinen Schnitten 10—15, sie hatten aber dafür nicht den Umfang und die Grösse der Coccenherde in den Leberschnitten erreicht. Fig. 3 Taf. I gibt einen Milzschnitt bei schwacher Vergrösserung. Die Mikrococcenherde sind hier deutlich als dunkelblaue Flecke mit zackigem Rande im brauntingirten Gewebe zu erkennen. Die Zeichnung (Taf. I) stellt dasselbe histologische Bild in starker Vergrösserung dar. Auf beiden mikroskopischen Bildern sind die Blutextravasate deutlich vorhanden.

Die Nieren boten die Erscheinungen der trüben Schwellung und Nekrose der Harnepitelien bei noch unveränderten Glomerulis. Die Mikrococcen waren nur schwer aufzufinden; erst im 10. Schnitte konnten kleine Gruppen im interstitiellen Bindegewebe zwischen den Rindenkanälchen entdeckt werden. In weiteren Schnittpräparaten wurden sie auch in durchschnittenen Blutgefässen zwischen den Blutzellen angetroffen, zuweilen kleine Thromben an der Gefässwandung bildend; ferner fand man sie auch in den Gefässschlingen der Malpighi'schen Knäuel. — Offenbar als postmortale Eindringlinge aber mussten zumal bei dem langen Liegen der Leiche die langen Stäbchenfäden, die sich oft über 1 bis 2 Gesichtsfelder hinzogen, aufgefasst werden. Sie hielten nur schlecht die Gram'sche Tinktionsmethode aus, färbten sich aber um so besser mit Löfflers Kalimethylenblaulösung.

In der Lunge erweist sich auf Schnitten das Bindegewebe beträchtlich vermehrt und in ausgedehntem Maasse zellig infiltrirt. Die Alveolen und kleinsten Bronchien sind von durch Zellenreichthum ausgezeichneten fibrinösen Exsudattröpfchen ausgefüllt. Der subpleurale Herd von gelblich-röthlicher Farbe besteht gleichfalls aus solchen Gewebselementen, aus fibrinösen Gewebsmassen nämlich mit reichlich eingestreuten, kleinen Rundzellen. Dazwischen erstrecken sich grosse, dichte Züge und Schwärme von Mikrococcenketten. Eine Einschmelzung von Gewebe ist nicht zu erkennen.

Fall V. Aus der kgl. Universitäts-Frauenklinik des Herrn Geheimrathes Prof. Winckel.

Puerpera Albrecht acquirirte ein von den Nates ausgehendes, über die Hinterbacken, den Rücken und zu gleicher Zeit auch über die Oberschenkel sich ausbreitendes Erysipelas migrans et marginatum. Während des Bestandes dieses puerperalen Erysipels gesellte sich eine Affection der Mamma hinzu, welche schliesslich in Abscessbildung überging.

Der Eiter, welcher bacteriologisch untersucht wurde, enthielt keinen kettenbildenden Mikrococcus, sondern nur Staphylococcen.

Es war somit die Affection der Brustdrüse als ein für sich bestehender, vom Erysipel unabhängiger, infectiöser Prozess erwiesen, worauf Geheimrath Winckel schon vor der bacteriolo-

gischen Untersuchung in der Klinik ausdrücklich hingewiesen hatte.

II. Erysipelformen bei Nichtbetheiligung der Integumentgewebe.

Von den vier diesbezüglichen zur Untersuchung gekommenen Fällen betraf der erste eine spontane, mycotische Peritonitis, die drei übrigen Affectionen entwickelten sich im Anschluss an das Puerperium.

1. Spontane mycotische Peritonitis.

Fall VI. Aus dem Krankenhause l. d. I., II. medicinische Abtheilung des Herrn Geheimraths Prof. v. Gietl.

Leistl Barbara, 20 Jahre alt. Bei stark aufgetriebenem Unterleibe fand sich in der Bauchhöhle eine mässige Menge gelblicher, offenbar eitriger Flüssigkeit, namentlich im Becken und in der Umgebung der Nieren (ca. 1/2 l).

Mediastinum war stark injicirt und enthielt ungefähr 1/2 l eitriger Flüssigkeit.

Die Pleura war leicht getrübt und mit zarten, fibrinös-eitrigen Auflagerungen versehen. Stellenweise Emphysem der Lungen. Die Mittel- und Oberlappen sind lufthaltig die Unterlappen dagegen stark atelektatisch. In den Bronchien war blutiger Schleim; die Bronchialschleimhaut war leicht geröthet.

Milz von mässigem Umfange zeigte milchige Trübung der Kapsel und geringen Blutgehalt.

Die Leber erschien im Dickendurchmesser vergrössert, besass ziemlich breiige Consistenz und verwaschene acinöse Zeichnung.

Die Nieren sind geschwellt, das Parenchym von röthlicher Farbe, brüchig und stark durchfeuchtet. Von der Schnittfläche liess sich trübgrauer Saft offenbar epitelialer Natur abstreichen.

Unteres Ileum und Dünndarm sind stark injicirt, die Wandungen mürbe, fast zunderartig. Die Schleimhaut des Dickdarms ist stark glänzend und ödematös. Der Dauglas'sche Raum enthält dunkelgelbgrünen Eiter. Die Serosa des mässig retrovertirten Uterus und der umgebenden Organe bes. des rechten Ovariums besass livide Farbe. Die Tuben zeigten starke Röthung ihrer serösen Ueberkleidung, hatten jedoch keinen Inhalt. Uterus war sehr klein und enthielt geringe Quantitäten blutig graurother Flüssigkeit. Die Schleimhaut des Uterus und des Scheidengewölbes erwiesen sich völlig normal und intact.

Mikroskopisch fanden sich in der eitrigen Peritonealhöhlenflüssigkeit ausschliesslich Mikrococcenketten; es wurde deshalb eine Aussaat auf Gelatineplatten in der Hoffnung gemacht, den Streptococcus pyogenes rein zu cultiviren. Doch auf allen Cul-

turen keimte in Reincultur der Fehleisen'sche Erysipelmikrococcus, kenntlich an seinen typischen, oberflächlichen kleinen Colonien neben bräunlich-grünlichen, granulirten, tiefliegenden Flecken von Pilzvegetation. Nirgends erreichte eine Colonie grössere Ausdehnung und dunklere Färbung, um an eine Streptococcencolonie denken zu können.

Es wurden also bei diesem lethal verlaufenen Falle von spontaner Peritonitis im Eiter der Abdominalhöhle — die inneren Organe standen mir zur bacteriologischen Untersuchung nicht zur Verfügung — die Fehleisen'schen Erysipelmikrococcen nachgewiesen, und da sie in Reinkultur, d. h. ohne irgend welche bacterielle Beimengung vorhanden waren, so mussten sie offenbar die Eiterung selbst verursacht haben. Aller Wahrscheinlichkeit nach war das peritonitische Exsudat nicht von vorneherein eitriger, sondern seröser Natur und gewann erst durch die sich mehrende Auswanderung der farblosen Blutzellen in der Folge des zunehmenden entzündlichen Processes am Peritoneum den eitrigen Charakter, ähnlich wie sich bei Gelenksaffectionen ein ursprünglich rein seröser Erguss in die Gelenkhöhlen bei längerem Bestande in eiterähnliche Exsudationsmasse umwandelt.

2. Puerperalfieber.

Fall VII. Aus der kgl. Universitäts-Frauenklinik des Herrn Geheimraths Prof. Winckel.

Vogl Kath., 27 Jahre alt, 26. Januar 1886. Anamnese: Patientin verliess am 9. Tage nach der Entbindung das Bett. Am 3. Tage erkrankte sie mit ziemlich heftigem Fieber, welches nach 3—4 Tagen von selbst wieder verschwand. Ca. 14 Tage fühlte Patientin Schmerzen in der rechten Hinterbacke, namentlich, wenn sie darauf zu liegen versuchte. Zugleich bemerkte Patientin auch eine Anschwellung auf der rechten Hinterbacke. Von Anfang an soll sich mit dem Schmerz und der Anschwellung lebhaftes Fieber eingestellt haben. Als Ursache gibt Patientin Erkältung an, welcher sie sich 14 Tage nach der Entbindung ausgesetzt.

Status praes. Patientin von sehr blassem, anämischem Aussehen. Auf der rechten Hinterbacke in der Gegend des musc. glut. max. findet sich eine von der articul. sacro-iliac. bis fast herab zur Gegend des Trochanter reichende Hervorwölbung von über Handtellergrösse. Die Betastung derselben ist sehr schmerzhaft, die Haut darüber jedoch nicht geröthet. In der ganzen Ausdehnung der Hervorwölbung lässt sich mit grosser Deutlichkeit Fluctuation

nachweisen. Rechts vom Uterus sind die Ligamenta etwas verkürzt und im Vergleich zur anderen Seite etwas verdickt. Schmerz ziemlich gering.

Am nächsten Morgen (27. Januar) wird in der Narkose, nachdem zuerst eine genaue interne Untersuchung vorausgegangen war, eine Probepunktion gemacht. Dieselbe ergab eine ganze Pravaz'sche Spritze dicken Eiters. Aus der an dieser Stelle gemachten Incision entleert sich nur wenig Eiter. Auch mit der Sonde liess sich kein Eiterherd mehr nachweisen. Drainage, Verband mit Jodoformgaze, Salycilwatte, Heftpflaster.

Die zur Probepunktion benützte Spritze wurde, da die bacteriologische Untersuchung anfangs nicht beabsichtigt war, mittels Sublimat und Karbol wohl desinficirt und die Punktion selbst unter allen antiseptischen Kautelen vorgenommen. Die Spritze füllte sich ganz mit dickem, gelblichem Eiter, von welchem mehr als die Hälfte unmittelbar nach der Operation unter den nöthigen Maassregeln in ein sterilisirtes, mit Watteproof verschlossenes Reagirglas gegeben wurde.

Die in zehn Platteneulturen von 8% Fleischwasser-Pepton-Kochsalz-Gelatine zur Aussaat gebrachten Eitermengen (einige Platinösen bis 0,5 ccm) ergaben überall festwachsende, kleinste Kettencoccencolonien in Reinzucht und zwar handelte es sich stets um den Erysipelmikrococcus. Colonien des eiterbildenden Kettenmikrococcus oder überhaupt anderer Eiterbacteriencolonien konnte ich trotz genauer Durchforschung der Platten auf keiner einzigen Cultur auffinden. Die Culturen verflüssigten selbst nach vier Wochen nicht, nach welcher Zeit sie der Schwefelsäure übergeben wurden.

Am 30. Januar wurde nochmals eine Incision nöthig, wonach dann die Patientin am 13. Februar aus der Anstalt geheilt entlassen werden konnte.

Nach zwei Monaten (2. April) wurden von der unterdessen völlig eingetrockneten Masse nochmals Culturen angelegt. Die Culturen gingen alle gleichmässig an, und wiederum keimte der Erysipelmikrococcus überall in üppiger Reinzucht. Diese Untersuchung erlaubt, einen Schluss zu ziehen auf die hartnäckige Widerstandsfähigkeit den in der Natur vorkommenden Temperaturverhältnissen und der Eintrocknung gegenüber, ferner auf die langewährende Entwickelungsfähigkeit, welche die Erysipelmikrococcen in solchen Secreten zu bewahren vermögen.

Fall VIII. Aus der kgl. Universitäts-Frauenklinik des Herrn Geheimraths Prof. Winckel.

Loibl Elise, 20 Jahre alt, gebar am 27. Januar 1886 spontan einen ausgetragenen Knaben in I. Schädellage.

30. Januar abends. Subfebrile Temperatur (38,1°).

31. Januar. Der kaum aufgetriebene Leib ist über dem Nabel schon bei leiser Berührung schmerzhaft. Bei Druck auf den Fundus uteri, welcher ebenfalls schmerzhaft ist, entleerte sich eine reichliche Menge übelriechenden Lochialsecretes. Im Introitus und an der hinteren Commissur befinden sich kleine Ulcera mit gelblichem Belage (Liq. ferri sesquichl.). Temperatur 39,6 und 39,1.

2. Februar. Auftreten eines grossen, diphtheritischen Geschwürs an der rechten Muttermundcommissur (Liq. ferri sesquichl.).

5. Februar. Patientin klagt über bedeutende Schmerzen im Unterleib, die sich sogar bei geringer Berührung oder geringer Anstrengung der Bauchpresse erheblich steigern; Dämpfung in den abhängigen Partien. Peritonitis. 8 diarrhöische Stühle.

6. Februar. Der Leib ist wie gestern ausserordentlich empfindlich; daneben heftige Schmerzen in der Magengegend und linken Brustseite; keine Dämpfung des Lungenschalles, wohl aber Reibegeräusch im 9. Interkostalraum, welcher bei Berührung äusserst schmerzhaft ist.

7. Februar. Ueber den hinteren Partien der Lungen lässt sich jetzt leichte Dämpfung, verschärftes Vesikulärathmen, dagegen keine Rassel- und Reibegeräusche nachweisen. Der Meteorismus ist im Ganzen mässig. Starke Excursionen der Bauchdecke und tiefe Inspiration werden ängstlich vermieden. Beiderseits Dämpfung in den abhängigen Theilen bis nahe an die verlängerte Mammillarlinie. Die Bauchdecken sind sehr gespannt; der Fundus uteri scheint 2 Finger über der Symphyse zu stehen. Die Milz ist beträchtlich vergrössert und reicht mit ihrem vorderen Rande bis über den Rippenrand. Die Kreuzbeingegend ist geröthet, und namentlich ist auf dem linken Hinterbacken bis zum Trochanter einerseits und Spinosa sup. sin. andererseits die inselförmige Röthung sehr intensiv. Weder sind Oedeme der unteren Extremitäten noch resistente Venenstränge vorhanden. Das Labium majus sin. ist ödematös und in seiner Nachbarschaft an der Innenfläche finden sich grau belegte Ulcera, deren Umgebung jedoch nicht gereizt ist. 3 maliges Erbrechen grünlich gefärbter Massen.

8. Februar. Schmerzen im Abdomen mässig. Die Dämpfung hat hinten rechts wie links zugenommen und überragt beiderseits den Angulus scapulae; mässige Dyspnoe.

9. Februar. Patientin hat während der Nacht mehrmals grünliche, dünnflüssige Massen erbrochen. Die Respiration ist sehr beschleunigt und die Dyspnoe sehr bedeutend. Unter andauernden Schmerzen im Abdomen und sinkendem Pulse tritt Exitus lethalis ein.

Die klinische Diagnose lautete: Ulcera puerperalia des Introitus und der Muttermundslippen, Endometritis, Perimetritis diffusa, Peritonitis und Pleuritis.

Es wurde, um möglichst dem Einwande, es könne sich um postmortale Erscheinungen wie nachträgliche Vermehrung der Noxe u. s. f. handeln, zu begegnen, 4¼ Stunden nach dem Tode der Patientin Herzblut wie peritoneales Exsudat zur Prüfung auf ihren Bacteriengehalt entnommen. Die Todtenstarre hatte eben begonnen, an den sich kühl anfühlenden Extremitäten aufzutreten, während der Rumpf die Körperwärme noch bewahrt hatte.

In der Gegend des zweiten linken Intercostalraumes wurde die Haut mit von 2 % Sublimatlösung triefendem Bäuschchen sterilisirter Watte gründlich abgerieben und gewaschen, sodann mit Alkohol und Aether behandelt. Nach Versengung der zum Einstich gewählten Stelle vermittelst glühenden Glasstabs wurde inmitten des Brandschorfes die Canüle aufgesetzt, durch die Weichtheile hindurch in schiefer Richtung ins Herz geführt und flüssiges, lackfarbiges Blut ca. 6 ccm aspirirt.

Fünf mit Fleischwasser-Pepton-Kochsalz-Gelatine beschickte Reagenzgläser wurden bei stark geneigter, fast horizontaler Haltung in der Weise inficirt, dass in jede dieser Proben ungefähr 1 ccm Blut direct aus der Spritze gegeben wurde, und sofort nach Gerinnung des Blutes wurde die Aussaat auf Platten vorgenommen. Gleichzeitig angelegte Stichculturen von Herzblut kamen sofort in einen Thermostaten mit constanter Temperatur von 24 ° C. Schon gegen den Abend des nächsten Tages konnte man im Bereiche der Impfstiche einer Pilzentwickelung in Form von einzelnen, kleinsten, isolirten Kügelchen wahrnehmen, die sich allmählich vergrösserten. Durch Weiterimpfung erhielt ich nun ganz das dem Erysipel eigenthümliche Wachsthum im Impfstiche mit der schwachen, florartigen, oberflächlichen Ausbreitung um denselben. Im Impfstiche wurden bereits nach 24 Stunden (bei 24 ° C.) feinste Stäubchen und Pünktchen sichtbar, welche sich schliesslich zu einem nur von kugligen Colonien zusammengesetzten Rasen heraus bildeten. Auf den fünf Plattenculturen aus Herzblut waren, wie auch auf der zur Controle auf Reinheit ausgegossenen Stichcultur runde, äusserst zart granulirte Colonien in Reinzucht aufgekeimt, die sich bei ihrem exquisit bräunlichem Bleiglanze mit Sicherheit mit dem Fehleisen'schen Erysipelcoccus

identificiren liessen. (Die von den Culturen angefertigten, mit Karbolfuchsin gefärbten Deckglaspräparate liessen denn auch die kettenbildenden Mikrococcen erkennen). In gleicher Weise wurden aus dem unter ähnlichen Kautelen entnommenen trübserösen Peritonalexsudate die Kettemikrococcen nachgewiesen. Im Deckglaspräparate des entzündlichen Exsudats waren zwischen den spärlichen Leucocyten bzw. Eiterkörperchen die zierlichsten Ketten bald von grösserer Länge, bald von in Reihen von 2, 3 bis 4 Gliedern sichtbar. Völlig übereinstimmend mit dem Exsudate der Peritonealhöhle verhielt sich das pleuritische.

Am 10. Februar 1886 wurde von Prof. Dr. Bollinger die Section der Leiche vorgenommen (25 St. p. m.)

Die anatomische Diagnose: Sepsis puerperalis (Erysipel) ausgehend von einer eitrigen Metrolymphangitis. Oberflächlich nekrotisirende, diphtheroide Endometritis, namentlich der Schleimhaut des Cervix. Diphteroide Defecte am Introitus der Vagina. Eitrige Salpingitis des äusseren Drittels der rechten Tube. Osphoritis rechterseits. Diffuse Peritonitis mit mässig serös-eitrigem Exsudat. Bedeutendes trübes Oedem des sub- und retroperitonealen Bindegewebes. Doppelseitige, eitrige Pleuritis mit besonderer Betheiligung des Zwerchfells und stellenweise eitriger Entzündung der subpleuralen Lymphbahnen. Trübes Oedem und starke Schwellung der Wandung des Verdauungstractus, hochgradige Anämie sämmtlicher Unterleibsorgane, namentlich der Darmwandung.

Die äusseren Genitalien, namentlich die grossen Schamlippen, erschienen stark geschwellt; im Introitus vaginae eitrige Defecte.

In der Bauchhöhle chocoladefarbene Flüssigkeit in der Menge von über 2 l. Netz retrahirt, sulzig verdickt und injicirt. Die Gedärme durch Gase wenig gefüllt. Uterus 2 Finger hoch über den Beckeneingang mit dem Fundus hervorragend.

Dura mater mässig verwachsen, ziemlich gespannt, von mässigem Blutgehalte. Gefässe der weichen Häute, namentlich der Pia, wenig gefüllt. Schnittfläche des Gehirns stark saftig glänzend.

In den Pleurasäcken geringe Mengen eiterähnlicher Flüssigkeit. Lungen nirgends adhärent.

Mediastinum bräunlich sulzig infiltrirt. Im Herzbeutel 2 Esslöffel seröser, gelblicher Flüssigkeit.

Linke Lunge: U. L. collabirt. O. L. blass; die Elasticität ist vermindert. Die Pleura über dem U. L. ist etwas getrübt. — O. L. schneidet sich weich, ist blutleer. U. L. schneidet sich derber, ist unten dunkelbraun splenisirt, blutreich und saftleer; oben ist er noch lufthaltig und verwaschen hellroth bräunlich gefärbt.

Die grossen Bronchien enthalten geringe Menge blutig-schleimigen Inhalts. Schleimhaut verwaschen bräunlich.

Die Intima der Gefässe ist stark geröthet.

Die rechte Lunge ist voluminöser als die linke, ist in der Breite vergrössert, in der Höhe verkleinert; Farbe trüb bräunlich. Pleura im ganzen gehörig; ein schmutzig-bräunlicher Streifen mit kleinen, miliaren, schmutzigbraunen Einlagerungen.

U. L. etwas collabirt. Pleura milchig getrübt; auf der Zwerchfellsfläche ähnliche, wahrscheinlich den Lymphbahnen entsprechende, verzweigte Verfärbungen. Das Gewebe zum grössten Theil lufthaltig, mit collabirten Partien, welche luftleer und in beginnender Atelektase begriffen sich erweisen.

Die Zwerchfellfläche der Costalpleura beiderseits stark injicirt; stellenweise trübbräunliche Verfärbungen, wahrscheinlich von eitergefüllten Lymphgefässen herrührend.

Herzmuskel welk, sonst nicht pathologisch verändert.

Milz; um die Hälfte namentlich in der Länge vergrössert. Kapsel diffus milchig getrübt, mit zarten leicht abstreifbaren gelblichen Auflagerungen. Gewebe brüchig, trüb bräunlich, luftleer. Trabekeln nicht zu erkennen.

Leber nach allen Durchmessern, namentlich im Dickendurchmesser vergrössert. Kapsel namentlich im rechten Lappen streifig milchig getrübt, im übrigen glatt und durchsichtig. Das Gewebe schneidet sich weich, ist welk und brüchig und ist stark blutarm. Die acinöse Zeichnung ist verwaschen.

Linke Niere: Rinde von gehöriger Breite. Gewebe zäh, saftreich. Bei Druck auf die Papillen entleert sich in gleicher Weise wie bei der rechten Niere mit erweiterter Rindensubstanz, trüb grauer, offenbar aus Epithel bestehender Saft.

Vena spermatica sin. enthält flüssigen Inhalt. Wandungen vollständig normal, namentlich die Intima; ebenso die spermat. dext., Wandung jedoch leicht blutig imbibirt.

Harnblase stark contrahirt. Der geringe Inhalt besteht aus einigen Tropfen trübgrauen, schmierigen Safts. Schleimhaut im ganzen blass, nur hinten etwas geröthet und geschwellt.

Die Schleimhaut der Harnröhre schmutzig braunroth verfärbt und geschwellt.

Das sub- und retroperitoneale Bindegewebe trüb sulzig infiltrirt, stellenweise stark injicirt namentlich im Bereiche des grossen Netzes.

Die Schleimhaut des Magens ist blass, ödematös geschwellt und sulzig infiltrirt; die ganze Wandung durch seröses Infiltrat verdickt. In der Nähe des Pylorus kleine Blutungen.

Die Serosa des Darmes zeigt stellenweise leichte, trübbräunliche Injection.

Wandung des Dünndarms schneidet sich brüchig, zunderartig. Schleimhaut ödematös geschwellt. Im unteren Ileum die Schleimhaut auffallend blutleer.

Dickdarmschleimhaut blass, stellenweise leicht geröthet, stark geschwellt, sulzig infiltrirt.

Im kleinen Becken rahmiger, grünlich-gelblicher, dickflüssiger Eiter.

Bei Druck entleeren sich aus der rechten Tube einige Tropfen gelblicher, offenbar eitriger Flüssigkeit.

An der Innenfläche der grossen Labia am Introitus vag. ein mandelgrosser Defect von diphtherieähnlicher Farbe. Die umgebende Schleimhaut trübbraun, sulzig infiltrirt.

Beim Einschneiden zeigt sich der Boden einige Millimeter tief ebenso verfärbt Ein zweites, ebenso grosses Geschwür an der entgegengesetzten Seite. — Das ganze linke Labium bis in die Tiefe hochgradig sulzig geschwellt; leicht geröthetes Serum von der Schnittfläche abstreifbar.

Uterus halb faustgross, welk, schlaff. Am Ansatzpunkt der rechten Tube und zwischen dem Ovarium und der rechten Wandung des Uterus mehrere kirschgrosse, gelbliche, fluctuirende Stellen. Beim Einschneiden entleert sich dicker Eiter. An der Schnittfläche ist das Gewebe hier eitrig infiltrirt, die Innenfläche vielfach und unregelmässig ausgebuchtet. Das retroperitoneale Bindegewebe links nur mässig geschwellt und serös durchtränkt. Stellenweise kleine Eiterherde, offenbar von Lymphsträngen ausgehend.

Rechtes Ovarium wälschnussgross, von halbweicher, fast breiiger Consistenz, schneidet sich sehr weich, stark trüb sulzig infiltrirt.

Die Schleimhaut der Vagina bräunlich-livid verfärbt. Im Scheideneingang schmutzige, eiterhaltige Flüssigkeit.

Muttermund zum Theil von Epithel entblösst. In der Hühnereigrossen Uterushöhle ca. 1 Theelöffel blutiger, braunrother Flüssigkeit. An der vorderen Wand Dreimarkstück-grosse Reste des Placentaransatzes. Beim Einschneiden der Wandung an dieser Stelle trifft man spongiöses Aussehen der Uteruswand, in der Nähe der Subserosa ein kleines Eiterherdchen.

Die Schleimhaut des Cervix ist infiltrirt und schmutzig braun verfarbt. Die Wandung der Cervix von strangförmigen, eitrigen Einlagerungen durchsetzt. Bei Druck Entleerung von Eitertröpfchen Weiter aufwärts grössere bis pflaumenkerngrosse, mit Eiter gefüllte Herde, offenbar erweiterte Lymphstränge.

Links in den anliegenden Wandschichten der Cervix nur vereinzelte, eitrig infiltrirte Herdchen.

Die Schleimhaut der rechten Tube, die wenig schleimig-eitriges Secret enthält, ist stark geschwellt, weich und brüchig.

Rechts in der Nähe des Ovariums hämorrhagisch infiltrirte Hydartide.

Linke Tube fast leer, Schleimhaut kaum geschwellt.

Schon allein durch den Umstand, dass die Erysipelmikrococcen so zahlreich aus dem Herzblute durch die Plattencultur erhalten wurden, war ihre Anwesenheit in den inneren Körperorganen verbürgt. Gleichwohl durfte die Verimpfung von Gewebssaft und Organstückchen von Leber, Milz, Nieren etc. nicht vernachlässigt werden. Da die Leiche aber bereits fast 25 Stunden bis zur Section gelegen hatte und während der Section der Oberfläche der Organe sowohl mit Erysipelkeimen als auch mit fäulniserregenden und sonstigen Keimen verunreinigt sein musste, so

wurden, um sicher reines Impfmaterial zu gewinnen, folgende Kautelen bei der Entnahme von Gewebsstückchen beobachtet.

Aus der Mitte des zu untersuchenden Organes wurde mit sterilisirtem, rasch nochmals glühend gemachtem Messer ein annähernd würfelförmiges Stück von ca. 4 bis 5 ccm Grösse, wenn es anging, ausgeschnitten, mit sublimatisirter Pincette gefasst, damit in eine 2 ‰ Sublimatlösung auf 5 bis 10 und 13 Minuten gebracht und lebhaft darin umherbewegt, um das Eindringen der desinficirenden Lösung zu unterstützen. Die Sublimatlösung wurde nach jedesmaligem Gebrauche fortgegossen und stets durch frische ersetzt. Während die Präparate in Sublimat verweilten, wurde eine noch niemals in Gebrauch gekommene Glasplatte, welche bei jedem einzelnen untersuchten Organstück natürlich gewechselt wurde, mit Wasser gereinigt, gut mit Sublimat abgewaschen und mit doppelter und vierfacher Lage sterilisirten Filtrirpapiers [1]) belegt. Hierauf wurde das Organstückchen gelegt, nachdem es aus der Sublimatlösung herausgenommen und zwischen mehrfacher Lage sterilisirter Filtrirblätter genügend abgetrocknet war. Alsdann wurde mit sterilem, bis zum Erglühen erhitzten Messer das annähernd würfelförmige Stück mitten entzwei geschnitten, auf die Schnittfläche mit einem sterilisirten, nochmals wiederholt durch die Flamme gezogenem Messer senkrecht eingeschnitten, mittels frisch geglühter Pincetten ein kleiner Riss gemacht, aus dessen Tiefe mit Scheere oder Pincette ein kleines Scheibchen oder Stückchen zur Verimpfung auf Gelatinegläser entnommen wurde.

Unter diesen Kautelen entnahm ich von Herzmuskel, Lunge (R. U. L.), Leber, Milz, Nieren, von Gehirn und von Uterus Impfmaterial zur Plattenkultur. Von jedem dieser Organe wurden mindestens drei bis fünf Gelatineproben, manchmal auch mehr, mit Gewebsstückchen und Organsaft versehen.

---

1) Das Filtrirpapier wurde, sowie alle bei der Section gebrauchten Instrumente in eigenen Blechgefässen durch über 2 Stunden einwirkende, trockene Hitze von 160° C. sterilisirt. Trotz alledem wurden die Instrumente entweder nochmals rasch geglüht oder wiederholt durch die Flamme gezogen.

Die Gelatineproben wurden meist noch am Tage der Section unmittelbar nach derselben, der Rest am Morgen des nächsten Tages auf sterilisirte Platten ausgegossen.

Am zahlreichsten entwickelten sich die Erysipelcolonien auf den Plattenculturen von Milz und waren hier in besonders schöner Weise die zerdrückten Organfetzchen mit einer Unzahl kleiner Colonien durchsetzt und umgeben. Die Platten stellten meist tadellose Reinculturen dar.

Aehnlich verhält es sich mit den Plattenculturen aus Lunge, Leber und Niere, welche gleichfalls meist eine Erysipelreinzucht boten, während die Culturen aus Herzmuskel, Uterus, aus Gross- und Kleinhirn eine unverhältnismässig schwächere Entwickelung von Erysipel zeigten; selbst wenn man von der grossen Verunreinigung mit fremden Keimen der Grosshirn- und Kleinhirnplatten absieht, so waren auch auf den Uterusplatten in etwas beträchtlicher Zahl fremde Colonien aufgekeimt.

Doch war es nur eine einzige Pilzart, welche durch ihr Aufkeimen, wenn auch in äusserst untergeordnetem Maasse, den Culturen den Charakter einer Reincultur raubte, und sie gehörte offenbar zu den Fäulnisbacterien. Die Colonien wuchsen auf der Gelatine fest, bildeten auf der Platte ungemein üppige Vegetationen, als deren Endproduct sich eine nagelkopfförmige, milchweisse, schleimige Colonie auf der Oberfläche der Gelatine entwickelte. In der Tiefe bildeten sich blassgelblich erscheinende grosse, kuglige Herde, welche bei Betrachtung unter dem Mikroskope als dunkel und wenig durchscheinend sich erwiesen. Ein mikroskopisches Präparat liess kurzstäbchenförmige Bacterien erkennen, an beiden Enden stark zugespitzt und von ziemlicher Dicke, welche sich mit blauen und rothen Anilinfarbstoffen schwach färbten. Da aber diese Colonien auf sämmtlichen Plattenculturen von Herzblut und peritonitischem Exsudate vermisst wurden, so ist klar, dass es sich nur um postmortale Eindringlinge (Fäulnisbacterien) handeln kann.

An diese Kulturversuche die histologischen Untersuchungen anreihend, will ich mit der Betrachtung angefertigter Uterusschnitte beginnen. Die Gewebselemente, d. h. die Bindegewebs-

und Muskelzüge waren in ihrem Zusammenhange stark gelockert und die Lymph- und Spalträume zwischen ihnen bedeutend erweitert. Entlang den Lymphgefässen und deren Umgebung machte sich eine mässige Zelleninfiltration bemerklich. Während in den durchmusterten Präparaten die Blutgefässe frei von Mikrococcen waren, fanden sich in den offenbar durch seröses Exsudat weit auseinander gedrängten Gewebsspalten die kettenbildenden Mikrococcen; ebenso führten zwischen den kernhaltigen Lymphkörperchen in nicht zu unterschätzender Weise die Lymphgefässe die Mikrococcen zu kleinen Kettchen oder zu Doppelkugeln aneinander gereiht.

In den Nieren, welche das Bild trüber Schwellung und theilweiser Nekrose der Harnepitelien boten, verstopften die Mikrococcenmassen einerseits in Form von Thromben das Lumen der auf dem Durchschnitte getroffenen Blutgefässe, andererseits waren die Mikrococcen in das interstitielle Bindegewebe ausgewandert und bildeten hier colonienförmige Ansiedelungen, an deren Randpartien zierlich geschlängelte Ketten deutlich wurden. Das interstitielle Bindegewebe erscheint an vielen Stellen, vorzüglich da, wo die Erysipelcoccen in der Nähe sich befinden, gelockert und etwas gequollen, und der Weg, den die Mikroorganismen offenbar genommen, erscheint durch eine mehr oder minder ausgeprägte kleinzellige Rundzelleninfiltration, die sich stellenweise kund gibt, gekennzeichnet. Genau wie in Fall IV und Fall XI, so konnte auch hier eine innige Beziehung zu den secretorischen Elementen der Niere constatirt werden. Nicht allein an Stellen grösserer Ansammlungen von Bindegewebe und in und um den Blutgefässen, sondern auch in den Gefässkapillaren der Malpighi'schen Körperchen stösst man auf Anhäufungen der Kettencoccen in ziemlicher Häufigkeit und Regelmässigkeit. (Fig. 5 Taf. I). Bei starker Vergrösserung des Glomerulus links unten im Bilde der Fig. 5 Taf. I zeigt sich derselbe durch den die Gefässschlinge vollständig obturirenden Mikrococcenthrombus gesprengt, so dass eine fast gleichmässige, diffuse Durchsetzung des Knäuls resultirt (Fig. 6 Taf. I). Selbst wenn man darauf keinen besonderen Werth legen will, dass auf den Schnittpräpa-

raten im Lumen der Harnkanälchen, an den Epitelien haftend, und in den Harncylindern Mikrococcen lagen, so geht allein aus dem Vorherigen mit Sicherheit der Uebertritt der Erysipelmikrococcen in das abfliessende Harnwasser und ihre Ausscheidung mit dem Harn hervor.

Was die Leber anlangt, so ist das Bindegewebe derselben namentlich um die Gefässe herum zum Theil mit Mikrococcenketten durchsetzt, zum Theil stellenweise hochgradig mit kleinen Rundzellen infiltrirt. Im Grossen und Ganzen erscheint das Bindegewebe nicht sehr vermehrt. In Fig. 1 Taf. II, welche eine Stelle eines Leberschnittes in schwacher Vergrösserung wiedergibt, sieht man an den dunkelblauen bis bläulichen Herden, dass sich nicht nur in grösseren Gefässzweigen (Vena centralis) Anschoppungen von Mikrococcen finden und mit Vorliebe die perivasculären Lymphräume betreffen, sondern dass sogar ansehnliche Kapillargebiete eines Läppchens von den Erysipelmikrococcen in grösserer oder geringerer Dichte durchsetzt und eingenommen sind. Bei starker Vergrösserung zeigen sich dann die Kapillaren meist vollständig mit dichten Zügen von Mikrococcenketten ausgestopft. Manchmal aber scheint auch gleichsam ein actives Fortwuchern der schlangenartig gewundenen Kettchen in die nächsten Kapillaren hinein gegeben zu sein.

Fast gleichmässig von Mikrococcenhaufen war die Milz durchsetzt (Fig. 2 Taf. II). Doch es finden sich auch stellenweise im Parenchymgewebe, welches eine grössere Vermehrung der lymphoiden Elemente aufweisen dürfte, als der Norm entspricht, die Mikrococcen als Doppelkugeln und Kettchen von drei bis sechs und mehr Gliedercoccen in diffuser Weise eingelagert, wobei sie sich zu reichlichen, dichten Ansammlungen in mehr oder minder bedeutendem Umfange zu gruppiren strebten. Diese Gruppen boten dann gewöhnlich am Rande das Bild eines Gewirres hübsch verschlungener Kettchen (Fig. 2 Taf. III).

Obwohl der puerperale Krankheitsprocess erst nach elftägiger Dauer lethal endete, so war doch in Leber, Milz und den übrigen Organen, auch in der Lunge keine Spur von metastatischer Abscessbildung oder Gangrän vorhanden. Bei der Betrachtung

der Lungenschnitte ergab sich die Anwesenheit der Erysipelmikrococcen in grossen Massen. Sie waren nicht nur in dem augenscheinlich etwas vermehrten interstitiellen Bindegewebe, welches an vielen Stellen Kernanhäufung und kleinzellige Infiltration darbot, in mehr oder weniger dichten Schwärmen nachzuweisen, sondern sie fanden sich auch in den Blutgefässen als fest adhärente, wandständige, das Lumen ganz obturirende Thromben. Ferner lagen sie, wie eine genauere Durchmusterung der Präparate ergab, in Alveolen und am Alveoleninhalt. Ausserdem waren noch bald lange, bald dicke, kürzere und plumpe Stäbchen in den Schnitten vorhanden; sie waren theils im Alveoleninhalt eingebettet, theils bereits etwas in das Lungengewebe eingedrungen. Dass die stäbchenförmigen Bacterien auf den Plattenculturen nicht zur Entwickelung kamen, mag wohl darin gelegen sein, dass die Erysipelcoccen bei ihrer Massenhaftigkeit diese eben wegen der geringen Zahl in der Entwickelung hemmen, sie daran verhindern mussten.

Im Herzmuskel waren die Erysipelmikrococcen als kleine, spärliche Ansammlungen im interstitiellen Bindegewebe zwischen den quergestreiften Muskelfaserzügen und sowohl in Capillaren als auch den perivasculären Lymphräumen der Blutgefässe aufzufinden; auch ähnlich wie im subcutanen Fettgewebe der Haut hatten sich die Coccen in kleinen Gruppen zwischen den Fettzellen und in dem zwischen den Fettzellengruppen angehäuften Bindegewebe angesiedelt.

Fall IX. Aus der kgl. Universitäts-Frauenklinik des Herrn Geheimraths Prof. Winckel.

Amann Euphrosine, Taglöhnersfrau. Die 35 jährige Patientin hatte am 26. April spontan die erste der Zwillingsfrüchte in II. Schädellage geboren. Das 2. Kind (in II. Steisslage) musste aber künstlich extrahirt werden, kam aber todt zur Welt.

Der Blutverlust der Parturiens war sehr bedeutend und betrug 3100 g. Da nach der Geburt bei dem mangelnden Wehen und wegen der Zusammenschnürung des Muttermundes wiederholt der Crede'sche Handgriff vergebens gemacht wurde, musste schliesslich zur manuellen Entfernung der Placenta geschritten werden. 4 Stunden nach der Geburt Temperaturerhöhung auf 39,0 und erster Schüttelfrost, welcher sich im weiteren Verlaufe 11 mal wiederholte.

Um einen gedrängten Auszug aus dem sehr ausführlichen und genauen Krankenjournal folgen zu lassen, so war

30. April bei Druck mässige Schmerzhaftigkeit des stark aufgetriebenen Leibes oben und in der rechten Leistengegend zu finden, während unterhalb des Nabels und auf der linken Leistengegend dieselbe sehr hochgradig war. Auf beiden Seiten des Kreuzbeins zeigte sich Röthung neben grosser Empfindlichkeit bei Berührung. Der seröse, schwach-blutige Ausfluss ist gering und übelriechend. Nachts zweimaliges Erbrechen grünlich-gelber Massen.

1. Mai. Die Schmerzhaftigkeit im Leibe oben und im rechten Parametrium ist verschwunden; ebenso ist die im linken geringer trotz der hier deutlich fühlbaren Resistenz. An der hinteren Commissur finden sich 2 längsverlaufende Geschwüre mit graugelbem Belage bedeckt. Die Röthung über dem Kreuzbein nicht stärker.

2. Mai. Die Resistenz im linken Parametrium ist nicht mehr deutlich palpirbar, aber noch schmerzhaft. Bei Hustenstössen empfindet Patientin etwas Schmerzen im Abdomen. Kein Erbrechen. Harn eiweissfrei.

3. Mai. Vorübergehendes Seitenstechen bei tiefer Inspiration. In den abhängigen Partien des Abdomens Dämpfung, welche auf Lagewechsel verschwindet.

4. Mai. Die geringe Schmerzhaftigkeit des Uterus und des linken Parametrium noch vorhanden. Kein Seitenstechen, nur wenig Husten ohne Auswurf vorhanden. Röthung über dem Kreuzbein ist geringer. Behandlung der Geschwüre mit Liq. ferri-sesquichlorati.

5. Mai. Sensorium etwas benommen; auf den Lungen nirgends Dämpfung ebenso nirgends mehr im Abdomen Druckempfindlichkeit. Ausfluss immer spärlich und übelriechend. Geschwüre im Introitus sind von schwärzlichem Aetzschorf bedeckt.

6. Mai. Die Schleimhautgeschwüre in der Fossa navicularis gut granulirend; an den Knöcheln leichtes Oedem.

7. Mai. Patientin somnolent; über beiden Ventrikeln blasende, systolische Geräusche; verschärftes Athmungsgeräusch.

8. Mai. Ziemlich starker Meteorismus; Milzvergrösserung; Oedem des rechten Unterschenkels. Kein freies Exsudat in der Bauchhöhle; Exsudat neben dem Uterus gleichfalls nicht mehr zu constatiren. Vesiculärathmen.

9. Mai. Der Meteorismus hat bedeutend abgenommen; die Leber überragt den Rippenbogen um 4 Finger.

10. Mai. Bewusstsein ist klarer; nach einem (letzten) $^1/_2$ stündigen Schüttelfroste tritt heftige Dispnoë auf (relative Dämpfung links hinten neben der Wirbelsäule und kleinblasige Rasselgeräusche).

11. Mai morgens 4 Uhr 45 Min. Exitus lethalis.

Um 11 Uhr morgens nahm Prof. Dr. Bollinger die Section vor:

Die Bauchhöhle ist frei von Flüssigkeit; der Uterus fast faustgross, ragt über die Symphyse hervor. Das rechte Ovarium sammt der Tube geschwellt; auf ersterem aber findet sich noch eine eitrig fibrinöse Auflagerung. Die beiden Venae spermat., von welchen die rechte bis zu einem Jaucheherd in der Uterushöhle sich verfolgen lässt, sind vollkommen thrombosirt und

enthalten graugrünliche Massen, womit auch die Wandungen der Venen auf weitere Strecken bedeckt sind.

Die Innenfläche des Uterus zeigt schwarzgrüne, diphtheritische Membranen; das Gewebe ist theilweise nekrotisch, die Placentarstelle in jauchige Massen umgewandelt.

Die glatte Pleura der linken Lunge lässt einige frische Blutpunkte, besonders am hinteren Rande durchschimmern. Der grösste Theil des U. L. ist infiltrirt, von brauner Farbe und ungleichmässig heller und dunkler. An der Vorderfläche der Lunge und an ihrem unteren Rande findet sich je ein ca. haselnussgrosser, dunkelrother Herd mit jauchig erweichtem Centrum. Die rechte Brusthöhle enthält einige Esslöffel Flüssigkeit; die Pleura ist durch sammetartigen Belag zart getrübt und ist an einer Stelle etwa im Umfange eines Zweimarkstückes vorgewölbt und missfarbig. Dieser Ausbuchtung entspricht eine wallnussgrosse Jauchehöhle mit fetzig zerfallenen, schwarzbraun gefärbten Wandungen. Das Lungengewebe erscheint croupös verdichtet. Der Durchschnitt trifft besonders im U. L. noch eine Anzahl solcher Jaucheherde in der pneumonischen Lunge.

Die Bronchien sind stark injicirt.

Das Herz ist in allen Durchmessern vergrössert.

Die Milz ist um das 3fache vergrössert. Die Kapsel ist gespannt, das Pulpagewebe braunroth und noch ziemlich fest.

Die sehr grosse Leber mit gespannter und glatter Kapsel ist an ihren Rändern abgerundet und deutlich acinös gezeichnet.

Die Nieren besassen brüchige Consistenz, ziemlichen Blutreichthum und streifige Zeichnung der Rindensubstanz, das Fett der Kapsel war fast ganz geschwunden.

Die Schleimhaut des Magens, welcher eine gallig gefärbte Flüssigkeit enthielt, war ziemlich injicirt; ebenso die Schleimhaut des Colon, während die übrige Darmschleimhaut grau-grünliche Verfärbung zeigte.

Die Dura mater war an ihrer Innenfläche glatt, die Pia dagegen schwach getrübt. An der Basis war eine geringe Menge von Flüssigkeit angesammelt. Die Schnittfläche des grossen und kleinen Gehirns war wenig blut-, aber sehr saftreich und glänzend.

Die bacteriologische Untersuchung ergab einen sehr hübschen Befund. Auf den Platten, in denen Lungenstückchen aus den pneumonischen Gebieten verimpft waren, entwickelten sich fast ausschliesslich die kleinen Colonien wie im vorhergehenden Falle VIII; nur hin und wieder wuchsen einzelne, die Gelatine verflüssigende Colonien von Kreisform, welche allmählich ziemlichen Umfang annahmen und dunkelgraugrüne Farbe besassen. Selbst in den Culturen mit Stückchen aus den jauchigen Herden wuchsen die Kettenmikrococcen natürlich den Fäulniscolonien gegenüber in sehr untergeordneter Zahl. Unter den verschieden-

artigen Colonien, die sich entwickelt hatten, waren namentlich anisodiametrische, makroskopisch opakweiss erscheinende Colonien vertreten, die unter dem Mikroskope bei ziemlicher Undurchsichtigkeit grau- bis gelbgrünliche Farbe hatten; ausserdem entwickelten sich viele makroskopisch schön citronengelbe, runde Colonien, welche von grossen Coccen gebildet wurden.

Während die Platten von Gehirnstückchen keine, die mit Uterusstückchen nur eine schwache Entwickelung der Kettencoccen zeigten, keimten aus Milz, Nieren und Leber die mit Erysipel identischen Kettencoccen in stark überwiegender Menge, und alle übrigen Bacterien standen ihnen an Zahl weit zurück.

III. Erysipel in Complication mit Infectionskrankheiten.

1. Erysipel als Complication mit Typhus abdominalis.

Fall X. Dieser Fall, welcher mir leider nur zur histiologischen Untersuchung an Schnittpräparaten zur Verfügung stand, betraf ein Erysipelas faciei, welches über die Gesichts- und behaarte Kopfhaut hinwegzog und bei seiner Complication mit Typhus abdominalis lethal endete.

Bei der Section zeigten sich ausser den typhösen Veränderungen manche pathologische Erscheinungen, welche mit der Erysipelinfection in Beziehung stehen dürften.

Aus dem pathologischen Institute des Herrn Prof. Dr. Bollinger.

Reng Jacob, 26 Jahre alt, 26. August 1885. 7¾ Stunden p. m. Die rechte Gesichtshälfte der stark abgemagerten Leiche ist stark geschwollen und im Beginne der Abschilferung. Die Augenlider sind geschwellt und stellenweise mit trocknen Krusten bedeckt.

Lungen, mit Zwerchfell und Thorax in grosser Ausdehnung verwachsen, zeigen stellenweise Ecchymosirungen und ödematöse Beschaffenheit.

Herzmuskel ist blass, Endokard mit den Klappen schwach getrübt.

Die Milz um das Doppelte vergrössert, ist mit der Leber entzündlich verwachsen und zeigt an der Verwachsungsstelle einen bis in die Mitte reichenden Keil in breiiger Erweichung.

Die anatomische Diagnose war folgende: Typhus abdomin. der dritten Woche, Erysipel des Gesichtes, Milzinfarkt, Lungenemphysem und Lungenödem, Milztumor, trübe Schwellung der Leber, der Nieren, Lebercirrhose, Decubitus am rechten Trochanter.

Bei den Schnitten durch die behaarte Kopfhaut der hinteren Ohrgegend erschienen die oberflächlichen Schichten des Coriumgewebes nicht besonders verändert. Die zellige Infiltration, welche sich stellenweise zeigte, war nicht gleichmässig diffus, sondern hatte Streifenform mit zackenförmigen und sternförmigen Ausläufern angenommen und dürfte somit offenbar nur als die gefolgte entzündliche Reaction der Lymphgefässe aufzufassen sein.

Die Blutgefässe waren, wenn solche auf dem Schnitte mitgetroffen wurden, deutlich erweitert und mit Blutkörperchen gefüllt, um sie herum und ihnen entlang war eine dichte Zellenanhäufung bemerklich.

In den tieferen Schichten des Corium und schon beinahe im subcutanen Bindegewebe war die entzündliche Reaction an manchen Stellen schwach ausgedrückt. Hier lagen die Mikrococcen, meist Ketten bildend, in reichlicher Zahl, gewöhnlich in zierlich verschlungenen Kettchen, in den manchmal breiten Bahnen der Lymphgefässe, ohne das Lumen derselben thrombotisch zu verschliessen; ferner waren sie an anderen Abschnitten der Lymphgefässe zu dichten Gruppen zusammengelagert, verbreiteten sich auch frei im Gewebe, in welchem sie ziemlich diffus in ausgeprägter Kettenform mehr oder minder dicht eingebettet lagen. An anderen Stellen aber erstreckte sich die kleinzellige Infiltration in ausgesprochener Weise in nicht sehr breiten Zügen vom Corium aus in die Subcutis hinein, woselbst die Mikrococcen der bereits erfolgten entzündlichen Gewebsreaction zufolge vermisst wurden. Der Schnitt war also offenbar in die Zone gefallen, wo die Erysipelmikrococcen auf der einen Seite die entzündlich veränderten Gewebsbezirke verlassen hatten, auf der anderen Seite eben weiterwuchernd im Gewebe der Haut sich weiter verbreiteten. Das Unterhautfettgewebe schien vom bacteritischen Process verschont geblieben zu sein und bot in keinerlei Weise beachtenswerthe pathologische Veränderungen.

Ausser der Haut hatte ich noch die Milz zur Untersuchung. In Schnittpräparaten dieses Organes waren im Gewebe einzelne oder zu zweien angeordnete Coccen eingelagert, welche mitunter sogar zu kleineren Kettchen von drei bis vier Gliedern sich an-

einander reihten. In den nach Löffler's Methode angefertigten Präparaten wurde die Anwesenheit der Mikrococcen wegen ihrer geringen Zahl und wegen der zahlreichen, verdeckenden zelligen Gewebselemente stets übersehen, konnte aber durch die isolirte Färbungsweise nach Gram nachgewiesen werden. Was die Grösse der in der Milz gefundenen kettenbildenden Mikrococcen anlangt, so stimmte sie völlig mit der Grösse der in den Hautschnitten durch gleiche Tinktion zur Anschauung gebrachten Kugelbacterien überein; jedoch möchte ich dem Bacterienbefund in den Milzpräparaten wegen der geringen Zahl der Mikrococcen nicht sehr grossen Werth beilegen.

Fall XI. Aus dem Krankenhause l. d. J., II. medicinische Abtheilung des Herrn Geheimrathes Prof. Dr. v. Ziemssen.

Högerle Crescenz, 20 Jahre alt. Erysipelas faciei mit Complication von Typhus abdominalis.

Patientin wurde am 10. November 1885 mit einem Erysipel der linken Gesichtshälfte im Krankenhause l. d. I. aufgenommen. Temperatur 39,2° C., welche rasch auf 40 bis 40,4 stieg. Das Erysipel breitet sich immer mehr aus, greift am 17. November auf die Nasengegend, 18. November auf die Glabella über, und erstreckte sich über die ganze Wange hinwegwandernd, bis zum linken Ohrläppchen. Am 19. November wurde auch die rechte Wange vom Processe ergriffen, der sich auf das Ohr und die Gegend hinter demselben fortsetzte. Unterdessen schwollen die linken Augenlider so hochgradig an, dass das Oeffnen des Auges schlechterdings unmöglich wurde. Zugleich zeigte sich das Sensorium nicht ganz frei.

Patientin, bei welcher bereits am 14. November ein Exanthem in Form milliarer Roseola und ausserdem Milztumor auftrat, bekam am 20. November blutige Stühle, collabirte sehr rasch und starb am 21. November um 10½ Uhr morgens.

Bei der Section, welche Herr Prof. Dr. Bollinger vornahm, zeigte sich die Haut des Gesichtes hochgradig geschwellt und verdickt. An wenigen Stellen ist Losschälung der Epidermisdecke bemerkbar. Am linken Augenlide befindet sich eine schmutzig gefärbte, des Epithels beraubte Stelle (offenbar beginnende Gangrän). Die erysipelatöse Schwellung erstreckt sich bis in die Schlüsselbeingegend. Beim Anschneiden der subcutanen Weichtheile in der Nähe des linken Unterkieferrandes zeigt sich das Gewebe durch reichliches, rein seröses Exsudat durchtränkt. Die Muskulatur in der Umgebung ist sehr stark saftig glänzend, sehr matsch und brüchig.

Die ganze äussere Bedeckung des Herzbeutels ist trübbräunlich sulzig infiltrirt, das vordere Mediastinum in hohem Grade ödematös und sulzig infiltrirt. Im linken Pleurasacke einige Esslöffel von trüber, seröser Flüssigkeit. Im Herzbeutel eine reichliche Menge bräunlich-gelber, seröser Flüssigkeit.

Das blass-bräunliche Gewebe der Lungen zeigt hochgradige, ödematöse Beschaffenheit. Während die Oberlappen beiderseits sich lufthaltig erweisen, ist der Luftgehalt in den U. L. vermindert. Das Bindegewebe der Lungenwurzel ist serös infiltrirt. In den Bronchien findet sich in reichlicher Menge blutig-schleimiges Secret. Die Schleimhaut selbst ist leicht geröthet.

Das Epikard des Herzens ist leicht getrübt, Herzmuskel blass und welk. Die Aortaklappen erscheinen auffallend eng und sind stark injicirt, nicht imbibirt.

Die Leber ist in allen ihren Durchmessern vergrössert. Ihr Gewebe ist blass und cyanotisch und schneidet sich sehr weich. Die Schnittfläche ist blutarm und zeigt verwaschene, acinöse Zeichnung.

Die Milz ist mässig, d. h. um die Hälfte vergrössert. Das Gewebe ist matsch und von hellbräunlicher Farbe.

Die Nieren sind beträchtlich geschwellt; das Gewebe von verminderter Consistenz und geringem Blutgehalte. Die Rindensubstanz ist verbreitert.

Die Mesenterialgefässe sind stark gefüllt; die Drüsen durchwegs geschwellt. — Im unteren Ileum ist dunkelbräunlicher, offenbar stark mit Blut gemischter Inhalt vorhanden. Die Darmwandung schneidet sich brüchig. Die Schleimhaut ist allenthalben schmutzig braunroth verfärbt und geschwellt.

Schliesslich finden sich noch die dem Typhus zukommenden Veränderungen im Darmrohre wie Schwellung der Plaques, Geschwüre, welche theils in Reinigung begriffen, theils noch mit Schorf bedeckt waren.

Die Dura mater ist stark gespannt; die weichen Häute sind blutarm. Bei Herausnahme des Gehirns sammelt sich eine ziemliche Menge seröser Flüssigkeit in der Schädelgrube an. Die Schnittfläche des Grosshirns wie die des sehr anämischen Kleinhirns saftig glänzend.

Die anatomische Diagnose lautete: Allgemeine, hochgradige Anämie, hochgradiges Erysipel des Gesichtes und des Halses (bes. linkerseits), hämorrhagische Enteritis, mässiges Lungenödem, acutes Hirnödem, Typhus abdominalis der dritten Woche, mässiger Milztumor, trübe Schwellung der Leber und der Nieren.

2½ Stunden nach dem Tode der Patientin wurde nach vorschriftsmässiger Desinfection der Haut seröses Transsudat zur Gelatineaussaat entnommen. Es wurde mit sterilisirter Pravaz'scher Spritze in die ödematöse Haut des Gesichts, welche bereits abgeblasst war, eingestochen, um etwas von der serösen Flüssigkeit zu aspiriren. Die hiervon angelegten Plattenculturen wurden alsdann in feuchter Kammer der Entwickelung überlassen. Durch die gesetzte Stichwunde quoll allmählich ein Tropfen klaren Serums hervor, von dem gleichfalls mehrere Oesen (3 bis 5) auf schwach alkalische 10 % Fleischwasser-Pepton-Kochsalz-Gelatine übertragen und noch am nämlichen Tage zur Aussaat auf Platten gebracht wurden.

In sämmtlichen Culturen entstand eine tadelfreie Reinzucht und zwar von Erysipelmikrococcen, wie die nach 3 Monaten zur Vergleichung vorgenommenen Parallelculturen mit einer von Fehleisen selbst stammenden Reinzucht ergab. Die Colonien waren so charakteristisch, dass sofort ihre Identität mit den Fehleisen'schen Mikrococcen einleuchtete, von deren Colonieform jedoch bis zur Stunde keine eingehende Beschreibung vorlag.

Mit Dr. Emmerich's Hilfe[1]) impfte ich unter Controle des Mikroskopes von den kleinen Colonien ab, übertrug auf Agar-Agar und brachte die Culturen in den Wärmeschrank mit constanter Temperatur von 37 ° C. Schon nach 18 Stunden ward eine Pilzentwickelung in Form grau-weisser Trübung der Impfstiche deutlich, in denen sich nach 24 bis 30 Stunden eine üppige Vegetation gebildet.

Ein mit Safranin behandeltes Deckglaspräparat von diesen Agar-Agar-Culturen ergab ausnehmend lange Ketten, aus einer Unzahl von Gliedercoccen bestehend, und die sicher erzielte Reinzucht der Erysipelmikrococcen. Nach stattgefundener Section (23 St. p. m.) wurden auch die Körperorgane der bacteriologischen Untersuchung unterzogen. Auf allen Culturen wurden neben anderen Bacteriencolonien, die mit Recht ausser Acht gelassen werden konnten, die Erysipelcolonien erhalten. Nur die Culturen mit steril aufgefangenem Transsudat, welches der Gesicht- und Halshaut nach Einschnitten entfloss, entwickelte sich Erysipel in Reinzucht; weder Fäulnis- noch Typhuscolonien waren dazwischen aufgekeimt.

Der hochgradigen Intensität des Krankheitsprocesses im Leben entsprach vollkommen der mikroskopische Befund auf Schnitten durch die erysipelatöse Haut.

Der Papillarkörper war offenbar nicht besonders stark in den entzündlichen Process mit hereingezogen, zeigte aber bei mässiger Zelleninfiltration einen grösseren Zellenreichthum als normal. Die Bindegewebsbündel und namentlich die der mittleren Coriumschicht waren in ihrem Zusammenhange gelockert und durch

1) Es war dieses Erysipel der erste Fall, der mir zur Untersuchung zu Gebote stand.

breite Saftlücken von einander getrennt, sie selbst aber stark gequollen. Vorzüglich machte sich dies bei ungefärbten Präparaten in den tieferen Lagen des Corium und Unterhautgewebes bemerklich, so dass die Paraffinschnitte, in Terpentinöl gebracht, wölkchenartig zerflossen [1]). Im Corium trat die zellige Infiltration nur in Form schmaler Stränge auf und ist hier sehr ausgeprägt. Von diesen Strängen ziehen sich vorwiegend in vertikaler Richtung einige Ausläufer ins Unterhautbindegewebe, wo sie sich verlieren und mit Coccenmassen ziemlich in Berührung kommen. Selbst an vereinzelten Stellen, besonders wenn die Dichtigkeit der Mikrococcenanhäufung nicht sehr hochgradig war, begann deutlich Zelleninfiltration aufzutreten.

Infolge der massenhaften Entwickelung der Erysipelmikrococcen konnte man hier nicht mehr ihre ausschliessliche Anwesenheit in den Lymphgefässen und Lymphspalten ersehen, sondern das subcutane Fettgewebe und die an dasselbe angrenzenden tieferen Schichten des Corium zeigten sich geradezu in so enormer Dichtigkeit von den Coccenmassen durchsetzt, dass trotz der isolirten Färbung nach Gram die braun tingirten Gewebselemente fast ganz durch die blau bis blauschwarz erscheinenden Bacterienmassen verdeckt waren und gänzlich vor diesen zurücktraten.

Denn nicht die Saftlücken des Bindegewebes allein waren es, die dicht von den Mikrococcen ausgefüllt waren, ebenso waren nicht mehr an einzelnen Stellen die Mikrococcenherde frei im Gewebe als wuchernde Colonien zu erkennen, sondern das ganze Gewebe war zwischen den Bindegewebsbündeln und Bindegewebszügen in solcher Massenhaftigkeit durchsetzt, dass damit auch die in der Cutis und Subcutis verlaufenden Blutkapillaren und

1) Es wurden daher die Paraffinschnitte in Alkohol verbracht und im Alkohol schwimmend auf das Deckgläschen übertragen. Nach dem Verdunsten des Alkohols legt sich dann der Schnitt eben an das Deckglas an, was meist besser durch Erwärmung bei 30—35° C. erzielt wird. Nun wird das Paraffin durch das Terpentin ausgezogen und das Deckgläschen mit dem Schnitte weiter behandelt. Auf diese Weise ist jede Verwechslung z. B. geronnener Eiweisspartikelchen mit Coccen bei Eiweissaufklebung ausgeschlossen; allerdings haftet der Schnitt auch weniger gut.

Blutgefässchen sammt den Lymphbahnen von der Mikrococcen-entwickelung mit betroffen wurden.

Der intensive bacteritische Process war also weniger im Coriumgewebe localisirt; er setzte sich vielmehr bis tief in das Unterhautfettgewebe fast bis auf die darunter liegenden Muskeln fort.

Bei der so intensiven Entwickelung und Verbreitung des bacteritischen Processes nach allen Seiten hin ist es nur merkwürdig, dass die hochgradige Ernährungsstörung, welche sich durch Gefässerweiterung und durch Lymphstauung in der reichlichen ödematösen Durchtränkung des Gewebes und der Ansammlung des bedeutenden, entzündlichen Transsudates in demselben manifestirte, trotz der langen Dauer des Krankheitsprocesses nicht zur Nekrose führte. Fig. 3 Taf. II gibt einen Schnitt durch das Unterhautfettgewebe bei 810facher Vergrösserung. Es sei bemerkt, dass absichtlich eine Stelle mit weniger dichten Coccensammlungen gewählt wurde, um auch noch etwas Gewebe zur Darstellung bringen zu können, was aber wegen der Massenhaftigkeit der Coccen an den an einander grenzenden Zonen von Cutis und Subcutis nicht möglich wäre.

Das spärliche Bindegewebe zwischen den Fettzellen ist auch hier vollständig von üppigen Coccenwucherungen eingenommen, so dass die Grenzen der Fettzellen vollständig verdeckt erscheinen und im Mikroskope daher nicht wahrgenommen werden können; ebenso sind die Zellkerne verdeckt. Gleichwohl sind die Conturen der Fettelemente durch die umwuchernden Bacterienmassen auf das Schönste wiedergegeben, wie bereits bei schwacher Vergrösserung die Fettzellen von blauem Bacteriensaume umschlossen erschienen.

Interessant ist der mikroskopische Nachweis der Erysipelmikrococcen in Schnitten der Aortaklappen. Nicht jedem Spaltpilze, wenn er im Blute circulirt, kömmt die Fähigkeit zu, am Klappenapparate sich festzusetzen und eine mykotische Klappenendokarditis zu erzeugen. In unserem Falle liessen die Klappen, welche makroskopisch kräftige Injection zeigten, auf dem Schnitte eine nicht sehr reichliche Kernanhäufung in dem eigenthümlich faserigen, meist wellig gewundenen, fibrösen und zellenarmen

Gewebe erkennen. Das Klappengewebe durchsetzen in nicht unbedeutender Zahl körnig zerfallende Lymph- oder Wanderzellen, die bei Färbung mit Löffler's Kali-Methylenblau-Lösung oder mit Bismarckbraun sich in gleicher Weise wie die Erysipelcoccen verhalten. In den äusseren Schichten ist das Gewebe reicher an spindelförmigen Zellen. Stellenweise ist das Endotel gut erhalten, zwischen welchem eben kleine Kettchen einzudringen im Begriffe sind. An anderen Stellen ist das Endotel nicht mehr vorhanden, dafür dringen hier ziemlich reichlich Doppelkugeln und zierliche Kettchen ein, manchmal zu kleineren Mikrococcenhaufen anwachsend. Hie und da bemerkt man auch ein beginnendes Fortwuchern der Coccen mehr in die Tiefe des Klappengewebes. Durch diese Befunde an den Aortaklappen ist nun der Schleier über die während eines typischen Erysipels auftretenden endokarditischen Processe etwas gelüftet.

In der Leber fanden sich in den Kapillaren kurze Kettchen und in den grösseren Gefässchen (Vena central.) ausstopfende Mikrococcenherde. Das Lebergewebe selbst war noch nicht verändert. Die Milz enthielt auf den Schnitten nur sparsame Mikrococcenherde im Pulpagewebe und in den Follikeln, ferner den Trabekeln ansitzend. Am Rande der Herde war Auflösung in Ketten sichtbar.

Bemerkenswerther war wiederum der Befund der Niere, welche im Zustande der trüben Schwellung sich befand. Die Mikrococcenanhäufungen prävalirten in der Rindensubstanz, woraus sich ihre Beziehungen zur secretorischen Function des Organs kund gibt. Man findet hier in den Interstitien stellenweise zahlreiche capillare Verstopfungen; stellenweise schlängeln sich zierliche Kettchen durch die Saftspalten der bindegewebigen Gerüstsubstanz, um an vielen Punkten wieder colonienförmige, dichtere Ansiedelungen zu bilden, an deren Rande der Kettencharakter der Bacterien sehr hübsch zu Tage tritt. So zeigt Fig. 4 Taf. II eine obige Verstopfung der erweiterten Kapillare, dabei auch interstitiell gelegene Haufen von Erysipelcoccen. Aber nicht bloss die Kapillargefässe können sich verstopfen, sondern auch die grösseren Blutgefässe können mehr oder weniger zahl-

reich thrombosiren. Die Lumina der Gefässe sind entweder vollständig obturirt, oder, wie Fig. 5 Taf. II zeigt, durch wandständige, adhärente Pilzthromben verengt. Aus der gleichen Zeichnung sieht man ferner, wie die Erysipelbacterien in ausgeprägten Ketten durch die zarte, dünne Wandung der dilatirten Vene hindurch im interstitiellen Gewebe sich verbreiten. Ferner sind die Erysipelcoccen in den Malpighi'schen Körperchen anzutreffen. Sie liegen hier in deren Gefässschlingen, vom Blutstrome eingeführt, und füllen dieselben oft vollständig aus. Endlich fanden sich noch einzelne Doppelkugeln und kürzere Kettchen im Lumen der Harnkanälchen an den meist beginnende Nekrose zeigenden Epitelzellen, weniger in der Rinden- als in der Marksubstanz, welch' letztere ausserdem reichlichere Mikrococcenanhäufungen in den Blutgefässen aufwies.

Fall XII. Aus dem Krankenhause in Haidhausen, interne Abtheilung des Herrn Dr. Zaubzer.

Ludwig Weckbecker bekömmt in der 4. Woche des Typhus abdominalis ein Erysipelas faciei, welches recidivirt. Im Anschluss an Kratzdefecte bilden sich in der Gesichtshaut Abscedirungen, wovon Eiter zur Aussaat auf Nährböden benützt wurde.

Die Platteneulturen von Eiter zeigten eine ziemliche Zahl von Erysipelcolonien neben anderen Bacteriencolonien (Staphylococcen). Auf Colonien des Streptococcus pyogenes hatte ich zu achten versäumt.

2. Complication mit Scarlatina.

Fall XIII. Mann von 19 Jahren.

Patient erkrankte anfänglich an Rachendiphtherie. Nach 5 Tagen gesellte sich Scarlatina hinzu und wurde Patient in das Krankenhaus r. d. I. verbracht.

Bei der Untersuchung zeigten sich jetzt die Rachenorgane dunkel geröthet und die Tonsillen mit diffusem, weissem Belege bedeckt, ebenso die Gaumenbögen und die hintere Rachenwand. Die Uvula zeigte leichtes Oedem. Scharlachexanthem am Thorax, an der Rücken- und Beugeseite der Arme. Tod nach 2 Tagen.

Sectionsbefund: Der Zungengrund ist stark geröthet, die Schleimhaut am Eingang des Kehlkopfes hochgradig geschwellt und ödematös. An der hinteren Seite des Kehldeckels und in der Trachea liegt auf der stark injicirten Schleimhaut ein dünner, weisser Belag.

Die Tonsillen sind sehr geschwellt und enthalten in der Tiefe Eiterfibrinpfröpfe. Der weiche Gaumen mit gelblichen Massen bedeckt; ferner findet sich dünner, weisser Belag besonders an der linken, hinteren Rachenwand, welche injicirt und stellenweise mit kleinen Erosionen versehen sich zeigt.

Die Lungen berühren sich nicht. Die linke Lunge ist an der Spitze verwachsen. Die Pleuren sind glatt und durchsichtig. Das Gewebe der Lungen im allgemeinen von grauröthlicher Farbe besitzt weiche Consistenz. In den Bronchien findet sich blutig-schleimiger Inhalt, während aus den kleinen Bronchienzweigen eitriger Schleim sich ausdrücken lässt. Im Herzbeutel 1 Esslöffel trüber, seröser Flüssigkeit. Das Endokard im rechten Herzen etwas getrübt.

Milz, um das Doppelte vergrössert, hat derbe Consistenz und ist blut- und saftreich.

Kapsel der Leber ist leicht getrübt. Leber selbst ist gross und von blasser Farbe.

Nierengewebe blutreich, röthlich streifig und brüchig. Die Oberfläche der Nieren erscheint röthlich marmorirt. In der Magenschleimhaut capillare Blutungen. Mesenterialdrüsen geschwellt und geröthet; die Follikel deutlich erkennbar.

Die anatomische Diagnose lautete: Scarlatina, Diphtheria faucium, leichte Hyperämie der Lungen und acute Nephritis.

Von Culturen aus Lungen, Milz, Leber und Herzmuskel entwickelten sich am zahlreichsten die Erysipelcolonien auf den Lungenplatten, von welchen eine sogar eine Reincultur darstellte. In ziemlicher Zahl waren die Erysipelcolonien auch in den Culturen aus Niere vorhanden; dagegen konnten auf den Gelatineplatten von Herzmuskel, Leber, Milz nicht sichere Erysipelkolonien wahrgenommen werden. Die übrigen Colonien, welche nichts mit Erysipel zu thun hatten, wurden ganz ausser Acht gelassen. Auf Schnitten der Lunge liegen die Kettencoccen in den Alveolen und reichlicher im interstitiellen Gewebe, während sie in sieben Nierenschnitten nicht gefunden werden konnten. Die übrigen Organe wurden nicht weiter untersucht.

3. Complication mit Diphtherie.

Fall XIV. Der erste der drei Fälle betraf einen Knaben, welcher im März 1884 einer Rachendiphtherie erlag.

Die anatomische Diagnose lautete: Diphtheria faucium mit phlegmone-ähnlichen Erscheinungen etc.

Bei Betrachtung der Schnitte durch den Kehlkopf mit schwachen Systemen erscheint der Innenrand von einem ungleich-

mässigen, blauem Saum umgeben. Bei starker Vergrösserung sieht man, dass bei abgestossenem oder nekrotischem Epitel der blaue Saum von Ansiedelungen grosser Bacterienmassen, namentlich von Kettenmikrococcen und kleinen, fast ovalförmigen Kurzstäbchen herrührt. Am weitesten in das Gewebe sind die Kettenmikrococcen eingedrungen und werden dabei vorzüglich in Lymphgefässen angetroffen, durchsetzen aber auch in Kettchen das Schleimhautgewebe, welches zum Theil kleinzellig infiltrirt ist. Aehnlich ist das Bild auf den Querschnitten der Trachea; hier ist die entzündliche Reaction etwas bedeutender.

Fall XV. Kind von fünf Jahren. (Section 24 Stunden nach dem Tode). Die anatomische Diagnose lautete: Diphtheria narium et faucium, Diphtheria laryngis, Bronchitis purulenta, Nephritis parenchymatosa.

Am Eingange der Nase finden sich eine Anzahl gelber Krusten. Die Lippen sind cyanotisch und theilweise mit denselben gelblichen Krusten bedeckt.

Bei Herausnahme der Rachen- und Schlundorgane entleert sich aus den hinteren Choanen ein dünnflüssiges, flockiges, eiterähnliches Secret.

Die Tonsillen sind mit graugelbem Belag versehen, besonders die rechte. In Trachea und Kehlkopf diphtheritische Membranen.

Die Lungen sind nirgends adhärent. O. L. und M. L. zeigen an den Randpartien Emphysem. Der rechte U. L. dunkelbläulich, besonders nach hinten. Im linken U. L. Hypostase, aber keine pneumonischen Herde.

Bei Druck entleert sich aus den Bronchien eiterähnliches Secret.

In der Perikardialhöhle findet sich wenig seröse Flüssigkeit.

Das Herz ist mit geringen Cruormassen wenig gefüllt. Das Myokard ist derb und von normaler Farbe.

Beide Nieren, besonders die linke stark hyperämisch; Kapsel leicht abziehbar. Die Rindensubstanz ist stark verbreitert und deutlich von den Markkegeln abzugrenzen. Auf der Schnittfläche trüber, offenbar epithelialer, fettreicher Saft abstreifbar.

Milz ist vergrössert, ihre Kapsel prall gespannt, die Pulpa dunkelbraunroth gefärbt und derb.

Leber von normalem Volumen und normaler Beschaffenheit.

Magen und Darmkanal leer; die Schleimhaut ist blass.

Von der Kehlkopfschleimhaut, dem Bronchialsecret, ferner von Lunge, Leber, Milz und Niere werden Plattenculturen hergestellt. Auf allen Platten kamen Erysipelcolonien neben anderen, nicht weiter beachteten Colonien zur Entwickelung, und zwar am

meisten in der Cultur von Kehlkopfschleimhaut, Bronchialsecret und Lunge, weniger in Niere und Milz, sehr wenig in Leber.

Mikroskopisch wurden grosse Lager von Kettenmikrococcen in der Schleimhaut der Trachea und des Kehlkopfes und in den Lungen nachgewiesen. Auf neun Nierenschnitten wurden die Coccen nicht erhalten, weshalb man von der histologischen Untersuchung abstand.

Fall XVI. Kind von 1 Jahr 11 Monaten.

Anatomische Diagnose: Diphtherie des Rachens, kroupöse Laryngo-Tracheitis, Bronchitis, broncho-pneumonische Herde der rechten Lunge.

Die Section wurde 12 Stunden p. m. ausgeführt.

Todtenstarre leicht vorhanden. Die sichtbaren Schleimhäute an den Lippen etwas cyanotisch. In der Mittellinie des Halses eine ca. 1½ ccm lange Schnittwunde, die in das Innere der Trachea führt, deren Ränder etwas geröthet oder mit einem leicht missfarbenen Belag bedeckt sind. Die Gaumenbögen, die Uvula und die ganze hintere Partie der Rachenhöhle sind von einer 2 mm dicken, graugelben, schmierigen Membran überzogen, welche sich theilweise von der Unterlage ohne Substanzverlust abziehen lässt; an anderen Stellen aber geht die oberste Schicht der Schleimhaut beim Versuche, die Membran abzuziehen, mit.

Ebenso verhält sich der hintere Abschnitt der Zunge. Die Gebilde des Kehlkopfes stark injicirt und geschwellt, fast vollständig verschlossen durch graue Massen von ähnlichem Charakter wie die höheren. Die Membran über dem Kehlkopf haftet sehr fest. Schleimhaut darüber geröthet und geschwürig zerstört.

Die Umgebung der Tracheotomiewunde mit graugelben Massen bedeckt. Unterhalb der Wunde findet sich sehr starke Röthung und geringe, membranöse Auflagerung. Lymphdrüsen der Umgebung sind geschwellt und suculent.

Oesophagus in seinem oberen Abschnitte lividroth verfärbt und von ähnlichen Membranen bedeckt. Stellenweise Epithelverlust. Das unter den Membranen liegende Gewebe leicht blutig infiltrirt. In den unteren Partien Auflagerung von graugelblichen Membranen.

Magen stark ausgedehnt. Schleimhaut blass gelbröthlich gefärbt, in der Gegend des Fundus stark injicirt. Am Uebergange des Oesophagus in den Magen gelbgrauliche, ziemlich festhaftende Membranbeschläge auf der gerötheten Schleimhaut.

Die Schleimhaut des Darmtractus geröthet: Mesenterialdrüsen bis über Bohnengrösse geschwellt und stark geröthet.

Herz: Epikard leicht milchig getrübt, Endokard ebenfalls. Musculatur derb, hellbraunrot.

Gewebe der linken Lunge elastisch, theilweise derb. U. L. etwas blutreich bei vermindertem Luftgehalte und dunkelbraunrother Farbe

Ränder der rechten Lunge deutlich emphysematös. Dunkelbraunrothe Inseln schimmern am O. L. durch die glatte Pleura durch. M. L. und O. L. verklebt; Gewebe des O. L. schneidet sich ziemlich derb, von stark vermehrtem Saft- und Blutgehalte. Mehrere dunkelbraunrothe Herde prominiren etwas über der Umgebung; Luftgehalt ist an diesen Stellen beinahe aufgehoben. U. L. schneidet sich ziemlich derb, ähnliche Herde wie im O. L. Schleimhaut aber stärker wie links injicirt. Kapsel der Milz etwas gerunzelt. Parenchym schneidet sich ziemlich derb; dunkelbraunroth. Die Malpighi'schen Körperchen deutlich sichtbar. Gerüste wenig ausgesprochen. Lebergewebe schneidet sich wenig derb. Farbe dunkelbraunroth, Blutgehalt ziemlich stark. Acinöse Zeichnung vollständig verwaschen. Leber enorm vergrössert. Niere: Oberfläche glatt, dunkelbraunroth. Parenchym blass, braunroth; Rindensubstanz ziemlich breit, von der Marksubstanz deutlich zu scheiden. Consistenz derb, Blutgehalt mässig.

Culturen aus Herzblut, Lunge, Leber und Nieren ergeben ein reichliches Aufkeimen von Erysipelcolonien und zwar in Herzblut und Lunge sehr reichlich, in Leber und Niere weniger zahlreich. Es fanden sich ausserdem noch andere Colonien; diese aber wurden nicht berücksichtigt.

Die mikroskopische Untersuchung auf Schnittpräparaten musste leider wegen Zeitmangels unterbleiben, hätte aber voraussichtlich mit den Löffler'schen Ergebnissen übereinstimmende Befunde geliefert.

Anhangsweise sei einer bacteriologischen Untersuchung von Erbrochenem bei Cholera nostras in wenigen Worten Erwähnung gethan.

Patient bekam plötzlich heftigen Brechdurchfall: die Extremitäten wurden kühl und an den unteren stellten sich schmerzhafte Wadenkrämpfe ein.

Wenn gleich die erbrochenen Massen im Deckglaspräparate neben den überwiegenden zu Doppelkugeln und Kettenreihen angeordneten Micrococcen verschiedene Stäbchenformen zeigten, so entwickelte sich doch auf den Gelatineplatten eine Reincultur und zwar von kettenbildenden Coccen, offenbar dadurch, dass sie in Ueberzahl vorhanden, die verschiedenen Stäbchenbacterien, die vielleicht durch die starksaure Reaction des Mageninhaltes in ihrer Entwickelungsfähigkeit beeinträchtigt sein konnten, überwucherten.

Die Colonien dieser gefundenen Coccen waren in Bezug auf Färbung und Form den Erysipelcolonien nicht unähnlich, unterschieden sich aber neben grober Granulirung durch eine stärkere Entwickelung und durch eine bedeutendere Grösse sehr deutlich. Ueberhaupt waren die Bacterien durch besonders üppiges und

rasches Wachsthum auf sämmtlichen Nährböden ausgezeichnet, zumal den Erysipelcoccen gegenüber. In Gelatinestichculturen entwickelte sich wie bei Erysipel kein oder nur ein zarter Flor an der Oberfläche; um so kräftiger war die Pilzentwickelung im Stichkanal, in welchem kleine Punkte entstanden, die sich rasch zu grösseren, oft über stecknadelkopfgrossen Kügelchen vergrösserten, während bei Erysipel diese punktförmigen Colonien bei ihrem wenig stürmischem Wachsthum niemals diese Grösse erreichen. Der Impfstich bildete aber niemals einen gleichmässig zusammenhängenden Rasen, sondern wurde nur von mehr oder weniger isolirten, bald grösseren, bald kleineren, dicht gedrängten Pilzkugeln eingenommen. Nicht zu unterscheiden waren die Coccen bei Züchtung auf Agar-Agar und auf Blutserum.

Zieht man die geringe pathogene Wirkung, die die Coccen selbst in einem empfänglichen, thierischen Organismus zu äussern vermögen, in Betracht, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass es sich um Organismen handelt, welche von Erysipelcoccen verschieden sind.

IV. Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen.

Trotzdem das Material, welches zu den Untersuchungen zu Gebote stand, nicht gross zu nennen ist, so erlaubte es doch bei der getroffenen Auswahl der Fälle und der gründlichen und wissenschaftlichen Ausbeute in möglichst erschöpfender Weise manche interessante Schlussfolgerungen und Resultate. Was besonders hervorzuheben ist, so sind sie alle an dem menschlichen Krankenmaterial und an menschlichen Leichenobjecten durch bacteriologische und histiologische Untersuchungen gewonnen.

Vergleicht man die Erscheinungen und den Verlauf einer früher sog. idiopathischen Gesichtsrose und eines an eine Operation sich anschliessenden, wandernden Erysipelas marginatum mit einander, so könnte man sich gerne verleitet sehen, zwei verschiedene Infectionsstoffe, d. h. verschieden, wenn auch verwandte bacterielle Noxen für die beiden Krankheitsbilder verantwortlich zu machen. Und doch sind beide Erkrankungsformen, wie die Untersuchung des Verfassers in Uebereinstimmung mit

den Fehleisen'schen Erfahrungen ergeben, durch ein und dasselbe Gift in das Leben gerufen. Es macht sich daher für die verschiedenartigen Processe, welche durch ein und dieselbe Noxe, die Erysipelbacterien, im Organismus bewirkt werden, eine Eintheilung nöthig, welche sich einerseits auf mikroskopischer Basis wohl rechtfertigen lässt, andererseits dem klinischen Symptomencomplex und ätiologischen Standpunkt gerecht wird.

Abgesehen von der verschiedenen Virulenz, wie sie in den einzelnen Epidemien und Endemien das gleiche bacterielle Virus an den Tag legt, das sich übrigens seinerseits gleichfalls nicht immer in gleich heftigen Krankheitssymptomen bei den verschiedenen Individuen äussert, sondern gewisse Abstufungen in den bewirkten Reizerscheinungen erkennen lässt, spielt ausser der Menge des eingeführten Giftes vor allem der Ort der bacteriellen Invasion eine Hauptrolle und ferner der Umstand, wie tief alsdann die Mikrococcen in die Gewebsschichten ihres Ansiedlungsortes eindringen und die ergriffenen Gewebe durch ihren Vegetationsprocess, welcher unter günstigen Bedingungen auf ihre Einwanderung folgt, afficiren.

1. Haut.

Wenden wir nun diese Gesichtspunkte auf die erysipelatösen Affectionen der äusseren Körperhaut an, so haben wir einen flächenhaft sich ausbreitenden Erysipelprocess von den in der Tiefe sich abspielenden Formen, welche Virchow wegen ihrer Aehnlichkeit mit Phlegmonen als »Erysipelas phlegmonodes« bezeichnete, zu trennen. Die letzteren stellen gewöhnlich ernste Erkrankungen vor, besonders durch die Gefahr eintretender allgemeiner Infection oder wenn sie die Augenlider betreffen u. dgl., während die ersteren die leichteren Fälle sind, es müssten denn marantische oder kachektische Individuen davon befallen sein oder Reconvalescenten, die eben eine langwierige und schwere Krankheit überstanden.

Das oberflächliche, cutane Erysipel stellt sich dar, um Zülzer's Worte zu gebrauchen [1]), in einer »flüchtigen, sich

1) v. Ziemssen, Handbuch der spec. Pathol. u. Therapie Bd. 2 S. 192.

innerhalb der befallenen Gewebe in continuo ausbreitenden Entzündung, immer ausgehend von einem Punkte, niemals gleich anfangs eine grössere Fläche betreffend, welche, ohne die darunter liegenden Organe zu ergreifen, von schweren allgemeinen Symptomen begleitet ist«, wobei aber der entzündliche Process in den zuerst ergriffenen, also ältesten Partien sich rückbildet, dafür aber scharf begrenzt sich ins normale Gewebe weiterpflanzt.

In solchen Fällen enthalten bei mikroskopischer Untersuchung der Papillarkörper und die oberflächlichen Coriumschichten reichlich Mikrococcen, und finden sich dieselben sowohl frei im Gewebe und in den Saftspalten desselben als auch vorzüglich in den kleineren, meist erweiterten Lymphkanälchen, dieselben mitunter obturirend, vor. Zugleich verlieren sich auf dem Wege der Lymphbahnen Mikrococcenzüge bis in das subcutane Zell- und Fettgewebe hinein, ohne diese tieferen Hautschichten in erheblicher Weise zu befallen und in Mitleidenschaft zu ziehen, so viel ich in den hierher gehörigen Präparaten erkennen konnte.

Sind nun die Coccen in der Umgebung der Invasionsstelle vorgedrungen, so erscheint anfänglich das Gewebe noch normal. Die Coccen üben auf dasselbe durch ihre Entwickelung und Vermehrung einen beständigen Reiz aus. Es folgt Kernanhäufung, welche sie aber hinter sich zurücklassen, indem sie sich rasch vorwärts schieben. Es vermag auf diese Weise der bacterische Process sehr schnell unter günstigen Verhältnissen, wie bei durch Krankheit herabgekommenen Menschen, grosse Strecken zurückzulegen und beträchtlichen Umfang zu erreichen.

An Stellen, wo sich der Process bereits abgespielt hatte, fanden sich keine Mikrococcen vor. Man traf nur mehr als zurückgebliebene Zeichen ihrer Anwesenheit die Reizungserscheinungen in Form kleinzelliger Infiltrate besonders entlang den ziemlich erweiterten Lymphspalten oder Saftröhrchen, welche, wellig gewunden, der Anordnung der Bindegewebszüge sich anpassend und netzartig unter einander verbunden, ganz gut kleinsten Anfängen der Lymphbahnen und selbst kleineren Lymphgefässchen entsprechen konnten. Ausserdem boten die perivasculären Räume der stark dilatirten, meist mit Blutkörperchen prall gefüllten

Blutgefässe das Bild hochgradigster Rundzelleninfiltration, so dass die durch die entzündliche Alteration der Gefässwand bedingten Folgeerscheinungen von Seite der Gefässe wie thrombotische Niederschläge in derartig afficirten Venen erklärlich wären, zumal die entzündliche Reizung bis nahe an die Intima sich mehrmals verfolgen liess.

Von mehr oberflächlich gelegenen Entzündungsherden zeigen sich streifenförmig, nicht ungern den vertikalen Bindegewebsbündeln folgend, oft auch entlang der Blutgefässe mehr oder minder ausgeprägt kleinzellige Infiltrate offenbar in Zusammenhang mit den hier verlaufenden Lymphgefässen. Es fanden sich niemals mehr Mikrococcen vor, wo die entzündliche Reizung in geschilderter Weise zum Ausdrucke gekommen.

Um nur noch diese Befunde in aller Kürze zu vervollständigen, so unterschied Fehleisen[1]) bei einem Erysipelas margenatum drei Zonen. In der periphersten Zone, welche noch mikroskopisch keine Veränderung erkennen lässt, sind die Lymphgefässe mit lebhaft in Theilung begriffenen Mikrococcen erfüllt. Die zweite Zone, welche dem scharfen Rande des Erysipels entspricht, charakterisirt sich durch mit den Mikrococcen gefüllte Lymphgefässe und durch eine gleichzeitig, diesen entlang auftretende, mehr oder weniger starke kleinzellige Infiltration. In den ältesten Partien der befallenen Haut, der dritten Zone, sind die Mikrococcen verschwunden und ist nur mehr kleinzelliges Infiltrat zu finden.

Nach dem Erwähnten ergibt sich, dass beim cutanen Erysipel vorzüglich die oberflächlichen Schichten der Haut von den Mikrococcen eingenommen werden und nur in sehr untergeordnetem Maasse durch fortkriechende Mikrococcenzüge in den Lymphgefässen das Unterhautfettgewebe mit ergriffen wird, wobei immer der Process sich hauptsächlich in den oberen Schichten abspielt.

Wenn aber das Erysipel von den Coriumschichten aus in überwiegender Weise oder ausschliesslich im tieferen Unterhautzellgewebe und im Paniculus adiposus Verbreitung gewinnt, so

---

1) Aetiologie des Erysipels S. 14 und Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 16.

ändert sich das klinische Bild, oft auch der mikroskopische Befund.

Fehleisen und Koch haben offenbar nur den cutanen Erysipelformen Beachtung geschenkt und beziehen sich nur hierauf ihre Untersuchungsergebnisse. Auch von anderer Seite liegen, wie ich bei eifriger Nachforschung in Erfahrung brachte, keine oder doch mindestens nicht sichere Berichte über das tiefe, vorzüglich im subcutanen Zell- und Fettgewebe ablaufende Erysipel vor. Bei dem Mangel von Untersuchungen über diese Form wandte daher der Verfasser ihr unter den Hauterysipeln auch eine besondere Aufmerksamkeit zu.

Allerdings stammt aus dem Kleb'schen Laboratorium von Rheiner[1]) eine mikroskopische Untersuchung über ein Erysipel, bei dem der Process auch im subcutanen Binde- und Fettgewebe einigermaassen intensiv verlief. Da aber der bacteritische Process hier von demjenigen, welcher noch im oberflächlichen Bindegewebslager fortdauerte, weder an Heftigkeit noch in histologischer Beziehung sich unterschied, so dürfte der von Rheiner beobachtete Fall zu den Uebergangsformen vom oberflächlichen Erysipel zum tiefen, subcutanen gehören, davon ganz abgesehen, dass durch die Unterlassung von Züchtungsversuchen der Beweis dafür fehlt, dass es sich bei beiden Formen um identische bacterielle Gifte, um die Fehleisen'schen Mikrococcen, handle.

Von phlegmonösen Erysipelen — doch dürften sie zur Vermeidung von Irrthümern besser als tiefe, subcutane Erysipele zu bezeichnen sein — wurden vier Fälle untersucht. Bei zweien wurden mit dem durch Einstich einer Canüle oder bei frischem Kratzdefecte gewonnene Impfmaterial durch das Plattenculturverfahren Reinculturen von kettenbildenden Mikrococcen erhalten, welche sowohl in Cultur- als auch bei Uebertragungsversuchen auf Thiere mit den Fehleisen'schen Mikrococcen sich identisch zeigten. Ebenso waren in zwei tödlichen Fällen (Fall IV u. XI) nach Verimpfung kranker Gewebsstückchen und des entzündlichen Transsudates auf den Gelatineplatten nur die typischen

1) Virchow Archiv Bd. 100 S. 202.

Erysipelcoccen entwickelt, so dass es nun nicht mehr einem Zweifel unterliegt, dass auch das tiefe, ungleichmässig stürmischere Erysipel mit Entwickelung eines bedeutenden Transsudates (Gesichtsrose) durch die nämlichen Fehleisen'schen Mikrococcen erzeugt wird, wie das wandernde scharf begrenzte cutane Erysipelas marginatum.

Histiologisch können beim tiefen Erysipel die oberen Coriumschichten mit dem Papillarkörper ganz frei von Mikrococcen und mehr oder weniger in einen entzündlichen Zustand versetzt sein, welcher durch starke Erweiterung der Blutgefässe, streifenförmige Rundzelleninfiltrate (auch den Blutgefässen entlang) und Anhäufung körniger, im Zerfall begriffener, ein- und mehrkerniger Zellen charakterisirt ist. In den tieferen Gebieten der Cutis aber stösst man trotz dieser oft sehr ausgesprochenen Reaction von Seite der oberen Partien schon in den Grenzschichten zwizchen Cutis .und Subcutis auf überraschend grosse Mengen von Bacterien, wiewohl bereits hier der Process mit intensiver Röthung und ödematöser Schwellung einige Zeit bestanden hatte. Besonders waren in Fall XI die Mikrococcen so massenhaft in das Gewebe eingelagert, dass es Wunder nehmen musste, warum keine Nekrose auftrat. Offenbar war diese durch die lockere Verflechtung der Bindegewebsbündel und elastischen Faserzüge und durch ihren losen Zusammenhang und die ohnedem grossen Saftlücken verhindert; es konnte nämlich bei solcher anatomischer Anordnung das Gewebe dem intensiven Vegetationsprocesse der Bacterien nach allen Seiten hin Rechnung tragen und durch Ausweichen und Nachgeben der Ansammlung der bedeutenden Transsudationsflüssigkeit in soweit Vorschub leisten, dass der Druck im Gewebe nicht eine zu bedenkliche Höhe erreichte und zur Drucknekrose führte. Nirgends machte sich auf den Schnitten, welche durch die verschiedenen Stellen der Haut geführt waren, eine Einschmelzung des Gewebes bemerklich oder eine eitrige Infiltration. Es wurde daher gegenüber Lukomsky die Entwickelung von Eiterherden vermisst.

Der Blaseninhalt beim Erysipelas bullosum war schon wiederholt Gegenstand der bacteriologischen Untersuchungen.

Billroth bekam unter zehn Fällen, die er untersuchte, nur zur Hälfte ein positives Resultat und fand hier im Inhalt der Erysipelblasen langgliedrige Streptococcen. Fast die gleichen Untersuchungsergebnisse erhielten Tillmanns und Wolff[1]). Von zwei von Tillmanns untersuchten Fällen fielen in einem die Culturversuche negativ aus; im zweiten Falle dagegen enthielten beim nämlichen Kranken zwei Erysipelblasen Mikrococcen, während im Inhalte der dritten Blase weder mikroskopisch noch durch Züchtungsversuche die Anwesenheit von Bacterien sich darthun liess. Wolff fand bei directer Untersuchung von sieben Fällen bullösen Erysipels dreimal kuglige Bacterien, theils in längeren Ketten, theils als Diplococcen; vier Fälle ergaben ihm aber ein negatives Resultat.

Um Reinculturen der Erysipelcoccen zu gewinnen, hatte es Fehleisen[2]) anfänglich mit dem Inhalte frisch eröffneter Erysipelblasen versucht und kam dabei zu dem Resultate, dass »der eine Theil der untersuchten Blasen nur klares Serum ohne jede Beimengung von Mikroorganismen enthielt, in anderen Fällen aber Erysipelbacterien wohl vorhanden waren, aber neben denselben noch sehr viele, verschiedenartige andere Coccen und Bacillen«. Auch ich hatte einmal (Fall III) den dicklichen Inhalt einer Erysipelpustel auf die Gelatine gebracht und musste ganz in Uebereinstimmung mit Fehleisen constatiren, dass der in bedeutender Ueberzahl vorhandene, harmlose Staphylococcus cereus albus, welcher nicht selten sich zu Ketten aneinander zu reihen vermag, beinahe das Aufkeimen der in untergeordneter Zahl anwesenden Erysipelmikrococcen verhindert hätte, wenn nicht für entsprechende Verdünnung der Pilze auf den Platten gesorgt worden wäre.

Schliesslich treten noch im Verlauf des Erysipels Abscedirungen auf, und manche Epidemien sind sogar besonders durch grosse Häufigkeit dieser Complication ausgezeichnet. Auch hierüber liegen eine Reihe von Untersuchungen von Billroth, Tillmanns und Wolff vor. In zwei Fällen, in welchen kurz

1) Virchow Archiv Bd. 81 S. 234.

2) Fehleisen, Aetiologie des Erysipels Berlin 1883 S. 15.

vorher ein Erysipel über den abscedirenden Stellen gestanden hatte, fand Billroth den Eiter vollkommen frei von Coccen. Dagegen gelangen Tillmanns Züchtungsversuche bei einem abscedirenden Erysipel, und ebenso war Wolff[1]) im Stande, im dicken, gelben, geruchslosen Eiter eines subcutanen Abscesses nach Erysipel sehr schöne, lange Ketten bis zu 20 Gliedern und darüber nachzuweisen und in Cohn'scher Flüssigkeit zu züchten.

Aus allerletzter Zeit rührt von Hoffa in Würzburg[2]) eine Mittheilung über einen Fall her, wobei es sich um eine tiefe Eiterung in der Supraclaviculargrube bei einem Studenten handelte, bei welchem ein von der Kopfwunde entstandenes Erysipel über diese Stelle hinweg gewandert war. Hoffa konnte aus diesem Erysipelas phlegmonosum, wie er es bezeichnet, mit Sicherheit den Erysipelcoccus züchten, wie die Impfung am Kaninchen bewies.

In den von mir untersuchten, abscedirenden Erysipelen dagegen (Fall II, III und XII) erwies sich allerdings der Eiter erysipelcoccenhaltig, aber in der Regel war man in der Lage, die gewöhnlichen pyogenen Bacterien für die eitrige Infiltration und Einschmelzung des subcutanen Gewebes verantwortlich zu machen. Ferner waren es auch in einer Mastitis, welche sich während der Wanderung eines puerperalen Erysipels über Rumpf und Schenkel der Wöchnerin hin entwickelte, nur Staphylococcen nachweisbar und fehlten die Erysipelmikrococcen vollständig. Bei einer tödlichen Gesichtsrose (Fall IV), in welcher sich starke, eitrige Infiltration im retrobulbären Zellgewebe, also ein Orbitalabscess gebildet hatte, waren neben den Erysipelcoccen die goldenen Staphylococcen nachzuweisen. In meinen untersuchten Fällen haben also die Erysipelmikrococcen im Haut- und Unterhautzellgewebe niemals Eiterung verursacht; stets war für die Eiterbildung als ursächliches Moment die Anwesenheit von pyogenen Bacterien heranzuziehen, wenn gleich sich die Erysipelmikrococcen neben ihnen zu halten vermögen.

1) Virchow Archiv Bd. 81 S. 235.
2) Fortschritte der Medicin 1886 Nr. 3 S. 81.

Insbesondere interessant wegen seiner Seltenheit ist der dritte untersuchte Fall insofern, als, nachdem bereits ein abscedirendes Gesichtserysipel abgelaufen und die Abscesse vollständig geschlossen und verheilt waren, im Anschluss an ein bullöses Erysipelrecidiv Vereiterung der Supraclavicular-Lymphdrüsen auftrat und hierfür in der That die Erysipelmikrococcen allein zu beschuldigen waren, wie die bacteriologische Untersuchung ergab.

Wenn auch im Inhalte einer Erysipelpustel an der Ohrmuschel — das Erysipel hatte nur auf der Ohrmuschel durch blasige Abhebung der straffen Haut des Ohres bullösen Charakter angenommen — der nahezu unschädliche Staphylococcus cereus albus in grosser Menge vorhanden war, so ist doch anzunehmen, dass derselbe, abgesehen von seinem harmlosen Entwickelungsorte bei der sehr geringen infectiösen Wirkung, wenn solche ihm überhaupt zukommt, ganz auf den Pustelherd beschränkt blieb und durch das Bersten und Abtrocknen der Pusteln eliminirt wurde.

Die in hohem Grade pathogenen Erysipelbacterien dagegen, welche Cutis und Unterhautzellgewebe der Gesichts- und Kopfhaut bis in die tieferen Schichten, nach den klinischen Erscheinungen zu schliessen, reichlich durchwucherten, mussten auf dem Wege der Lymphbahnen in die Supraclaviculardrüsen gelangt sein, wurden hier zurückgehalten und verursachten durch ihre Anhäufung und Vermehrung eine entzündliche Alteration der Drüsen, welche sich in Schwellung derselben und in Röthung der Kopfhaut infolge von Fortleitung des bewirkten Reizes documentirte. Mit der hochgradigen Ansammlung von lymphoiden Elementen infolge des vom Entwickelungsprocesse der Erysipelbacterien ausgelösten Entzündungsreizes bildete sich unter zunehmender Intensität der Drüsenaffection und bei fettiger Metamorphose der angehäuften Lymphzellen eine Lymphadenitis, Vereiterung der Lymphdrüsen aus. In der nach der Incision entleerten, eiterähnlichen Masse liessen sich mikroskopisch und durch die Plattencultur mit Sicherheit die Erysipelmikrococcen als die Ursache des Processes nachweisen. Im mikroskopischen

Präparate des Eiters, in welchem zierliche Kettchen reichlich vorhanden waren, entsprachen die einzelnen Coccen in Grösse und Form ganz den Erysipelmikrococcen; viele aber zeigten pathologische Wuchsformen, insoferne sie entweder mitten in einer Kette oder am Ende derselben in allen ihren Durchmessern um das Zwei- bis Vierfache, ja manchmal bis zur Grösse von Hefezellen vergrössert waren. Diese Gliedercoccen mit solcher Anschwellung färbten sich bei Behandlung mit Kalimethylenblau nach Löffler nicht mehr oder nur sehr mangelhaft und ungleichmässig, während sie die Tinction mit Anilinölwasser-Gentianaviolett oder -Fuchsin sogar in viel höherem Grade als die normalen Glieder anzunehmen schienen.

Es handelt sich hier offenbar um eine Absterbeerscheinung der Erysipelmikrococcen; und gerade die pathologische Veränderung der Coccen spricht ausser der Cultur, auf welcher sie trotz der grossen Menge der vorhandenen Kettchen und trotz der reichlichen Aussaat in kümmerlicher und spärlicher Weise aufgingen, für die Indentität mit den Fehleisen'schen Erysipelmikrococcen; denn der Streptococcus pyogenes würde im Eiter einen günstigen Boden für seine Entwickelung gefunden haben.

Eine wichtige Rolle spielt das Hauterysipel als Complicationserkrankung bei Typhus abdominalis. Bekanntlich kommt es in Krankenhäusern, wo Erysipel endemisch ist, öfters vor, dass Typhuskranke in den letzten Wochen oder in der Reconvalescenz von der Rose befallen werden. Diese Fälle sind insofern sehr lehrreich, als sie uns ein schönes Beispiel liefern, wie gleichzeitig zwei völlig verschiedene, infectiöse Processe in einem und demselben Organismus sich abspielen können, wie jede Infection unabhängig und unbehelligt von der anderen in ihrer eigenen Weise sich verbreiten und ihre schädlichen Wirkungen entfalten kann. Man hat es also hier mit Fällen von Mischinfection zu thun.

In letzter Zeit aber neigte man durch Reiner's Untersuchungen [1]) zur Ansicht, dass die flüchtige, infectiöse Dermatitis,

1) Beiträge z. patholog. Anatomie des Erysipels. Virchow Archiv Bd. 100 S. 185.

welche bei Typhus abdominalis (durch Beschleunigung des Todes des Patienten infolge zu grosser Kräfteconsumption) eine schwere, das Leben direct bedrohende Complication darstellt, mit dem Typhusgifte in äthiologischem Zusammenhange stehe. Es wurden nämlich nach der aus dem Kleb'schen Laboratorium stammenden Arbeit Rheiners in den erysipelatösen Hautbezirken nicht Kettenmikrococcen, sondern in Färbung und Grösse den Typhusbacillen gleiche Bacterien gefunden und mit der Hauterkrankung in äthiologische Beziehung gebracht.

Dadurch wäre das Erysipel seines specifischen Charakters entkleidet, weil die erysipelatösen Erscheinungen durch ganz von einander verschiedene bacterielle Noxen hervorgerufen werden könnten.

Dem gegenüber kann ich nach meinen Untersuchungsergebnissen von drei Fällen (Fall X, XI und XII) hervorheben, dass ich niemals weder auf der Platte noch im Schnitte in den erysipelatös veränderten Hautabschnitten Typhusbacillen oder überhaupt Stäbchenbacterien, sondern einzig und allein die kettenbildenden Erysipelmikrococcen erhielt, welche z. B. in Fall X in ungeheuren Mengen vorhanden waren. Die Erysipele waren legitime Hauterysipele, nicht gangränescirende, wie sie Rheiner zur Untersuchung hatte. Es ist daher der Verdacht nicht von der Hand zu weisen, dass die nur mikroskopisch und nicht durch die Cultur nachgewiesenen Stäbchen Rheiner's nicht nur nicht Typhusbacillen, sondern blos von aussen eingedrungene Bacterien, welche vielleicht die Gangrän bewirkten, oder accidentelle Mikroorganismen waren, welche dieselbe begünstigen konnten.

2. Schleimhaut.

Bisher wurden die selbständig auftretenden Erysipele auf den Schleimhäuten der Mund- und Rachenhöhle oder des Kehlkopfes noch keiner experimentell bacteriologischen Untersuchung unterworfen. Da auf der erysipelatös veränderten, geschwellten und gerötheten Mundhöhlen- und Rachenschleimhaut sich geradeso, wie auf der äusseren Haut Bläschen, ja sogar grössere Blasen bilden können, so glaube ich, dass diese Blasenbildung eben an

Gewebe geknüpft ist, welche von mehrschichtigem Plattenepitel mit basalen Cylinderzellen überkleidet sind. Ein uncomplicirtes Schleimhauterysipel zu untersuchen, hatte ich leider nicht Gelegenheit, dagegen kamen sie mir als secundäre Affection bei Scharlach und Diphtherie zur Beobachtung.

Kettenbildende Mikrococcen waren auch bei Scharlach schon früher aufgefunden. So fand Crooke[1]) in den Rachenorganen Scharlachkranker Kettencoccen neben anderen Coccenarten und Bacillen, in den inneren Organen aber nur Mikrococcen. A. Fränkel und A. Freudenberg[2]) fanden gleichfalls kettenbildende Mikrococcen in den Organen scarlatinöser Individuen und züchteten dieselben rein. Sie suchten ihre Culturen mit Streptococcus pyogenes zu identificiren, während Loeffler[3]) seine aus Organen von Diphtherie- und Scharlachdiphtherie-Fällen gewonnenen Reinculturen kettenbildender Mikrococcen den Erysipelcoccen an die Seite stellte. Wiewohl die Culturen mit den Erysipelreinzüchtungen gleiches Wachsthum auf den künstlichen Nährböden zeigten, wiewohl sie bei Uebertragungsversuchen auf den Thierkörper die gleichen Krankheitssymptome hervorriefen, so wagte er sie dennoch nicht mit den Erysipelcoccen zu identificiren, wohl nur deshalb, weil Fehleisen seine Coccen nie in Blutgefässen angetroffen hat.

In den mir zur Untersuchung untergekommenen Fällen war ich gleichfalls im Stande, in den Rachengebilden wie in den inneren Organen Kettenmikrococcen nachzuweisen, und zwar einmal (Fall XVI) in besonders reichhaltiger Menge in Herzblut und Lunge. Nach den Cultur- und Infectionsversuchen glaube ich die Identität der in den vier Fällen gefundenen Kettencoccen mit den Fehleisen'schen Mikrococcen annehmen zu können. Das Vorkommen der Erysipelcoccen bei Diphtherie und Scharlach ist jedenfalls als eine Infection secundärer Natur aufzufassen.

Nebenher sei bemerkt, dass ich allein während des Wintersemesters 1885/86 zweimal Wanderhauterysipel im Anschluss an Scharlach zu beobachten in der Lage war, und dass auch bei

1) Fortschr. d. Med. 1885 Nr. 20.
2) Centralbl. f. klin. Med. 1885 Nr. 45.
3) Mittheilungen des kaiserl. Gesundheitsamtes Bd. 2 S. 451.

Diphtherie gewiss häufig genug diese Complication auftreten kann. Ich erinnere ferner noch an die typischen, eitrigen Gelenksentzündungen, welche die Kaninchen nach intravenöser Injection von Fehleisen'schen Erysipelmikrococcen zeigen; sie haben gewiss eine grosse Aehnlichkeit mit den bei Diphtherie und Scharlach sich entwickelnden Gelenksschwellungen und -Eiterungen; wurden doch im Exsudate kettenbildende Coccen nachgewiesen.

Puerperales Erysipel.

Ungleich grösseres Interesse bietet die Aetiologie der erysipelatösen Processe auf Vagina, Uterus und ihren Adnexen, besonders im puerperalen Zustande, die erysipelatöse Natur mancher Formen von Puerperalfieber.

Schon von den ältesten Zeiten an fiel die Coïncidenz von Erysipel und Puerperalfieber auf; aber stets hatte die Lehre vom erysipelatösen Charakter gewisser Puerperalfieberformen sowohl die eifrigsten und wärmsten Vertheidiger als auch wieder die heftigsten Gegner gefunden. In letzter Zeit haben Zülzer[1]) und Hirsch[2]) auf den Zusammenhang von Erysipel und bestimmten Fällen von Puerperalfieber hingewiesen. Virchow aber lieferte zuerst den entsprechenden pathologisch-anatomischen Beweis für die Identität der Krankheitsprocesse bei (cutanem) Erysipel und Puerperalfieber und machte ferner zuerst besonders darauf aufmerksam, dass der Verlauf gewisser Formen der puerperalen Infectionskrankheiten, besonders im Beckenzellgewebe dem pathologisch-anatomischen Verlaufe eines Erysipels vollkommen entspreche und dass die Verbreitung beider Erkrankungszustände in der nämlichen Weise erfolge. »Man sieht, wie bei dem phlegmonösen Erysipel der Haut und des Unterhautgewebes, zuerst lymphatische Oedeme mit beträchtlicher Schwellung der Theile, dann Gerinnungen im Innern des Gewebes, puriforme und diphtheritische Infiltrationen mit Nekrose und späterer Schmelzung der eingeschlossenen Gewebe. Untersucht man die scheinbar eitrigen Einlagerungen, so ist darin häufig keine Spur von Eiter-

1) v. Ziemssen's Pathologie Bd. 2 Thl. 2 S. 687.
2) Hist.-geogr. Pathologie 1883 Bd. 2 S. 288.

körperchen zu finden, sondern amorphe, kernige, fettreiche Massen, welche gegen Reagentien grossen Widerstand leisten.« Virchow gab diesen Formen fieberhafter Erkrankungen in puerperio den Namen Erysipelas grave puerperale internum, da sie durch erysipelähnliches Uebergreifen auf das Peritoneum allzu gerne tödlichen Ausgang nehmen.

An der Hand klinischer Erfahrung dagegen suchte Hugenberger[1]) das Erysipel im Wochenbette bloss als Complication hinzustellen, welches mit dem Puerperalfieber nichts gemeinsam hätte. Wenn nun auch Gusserow in Uebereinstimmung mit Hugenberger die Ueberzeugung bei der Durchforschung des klinischen Materials gewann, dass kein Zusammenhang zwischen puerperaler Sepsis und Erysipelas bestehe, so trat Winckel[2]) energisch, gestützt auf genaue und exacte, klinische und epidemiologische Beobachtungen und Erfahrungen, dieser Ansicht entgegen. Nachdem er den entsprechenden einwurfsfreien klinischen Beweis für erysipelatöse Natur gewisser Formen von fieberhaften Puerperalaffectionen erbracht hatte, kommt er zur Ueberzeugung, dass »das puerperale Erysipel in bestimmtem Verhältnisse zu und in engem Vereine mit der puerperalen (Sepsis-)Infection vorkommt und dass es eine echte Wundinfectionskrankheit ist, entstanden durch eine locale Infection mit dem kettenbildenden Mikrococcus, welcher allein oder in Verbindung mit anderen Mikroorganismen eingeimpft werden kann«.

Was nun den bacteriellen Befund beim Puerperalfieber anbelangt, so fand Orth[3]) im entzündlichen Bauchhöhlenexsudate bei Wöchnerinnen, die während einer Epidemie an Puerperalfieber gestorben waren, constant grosse Mengen meist zu Ketten vereinigter Coccen, während Stäbchenbacterien von ihm vermisst wurden. In der That gelang es Fraenkel[4]) Kettencoccen rein zu züchten, und er neigte wegen der Ergebnisse seiner Impfversuche zur Ansicht, »es handle sich (bei Erysipel und Puerperalfieber)

1) Hugenberger, Gynäcol. Archiv Bd. 13.
2) Winckel, Ueber d. puerperale Erysipel. Aerztl. Intelligenzbl. 1885 Febr.
3) Orth, Untersuchungen über Puerperalfieber. Virch. Arch. Bd. 58 S. 437.
4) Fränkel, Deutsche med. Wochenschrift 1884 Nr. 14.

um 2 identische oder wenigstens sehr nahe verwandte Virus«. Dagegen erhielt E. Fraenkel[1]) in 2 Fällen von Puerperalfieber kleine, stäbchenförmige Bacterien und glaubte nach ihren Wirkungen auf den Thierkörper einen derjenigen Krankheitserreger isolirt zu haben, welcher sowohl beim Menschen als auch bei bestimmten Thierarten die unter dem Namen Septikämie bekannte Krankheit zu erzeugen im Stande sei. Jedoch ist es nicht ausgeschlossen, dass es sich um einen accidentellen, vielleicht postmortalen, wenn auch pathogenen Eindringling handelt, der neben dem thatsächlichen Krankheitserreger (Kettenmikrococcus) sich vorfinden konnte.

In meinen 3 Fällen aber waren in Uebereinstimmung mit Orth und A. Fraenkel kettenbildende Mikrococcen nachzuweisen und zwar in den beiden tödlichen Fällen im Herzblut und den inneren Organen (selbst noch im Uterus). Die Culturen dieser Kettencoccen konnten mit aller Bestimmtheit mit den Fehleisen'schen Erysipelcoccen identificirt werden. Die Uebertragungsversuche auf Kaninchen und Mäuse ergaben weiterhin die Identität der gefundenen Coccen mit den Erysipelbacterien. Die Kaninchen bekamen die heftigsten, ausgesprochensten Ohrerysipele und die Mäuse zeigten hochgradiges, entzündliches Oedem der ganzen Rückenhaut und erlagen sämmtlich der Infection wie bei Erysipel. Eiterung trat bei keinem der Versuchsthiere auf.

Es ist somit durch den experimentell bacteriologischen Beweis der erysipelatöse Charakter gewisser Puerperalfieberfälle dargethan, und die Ergebnisse, die Winckel bei Verwerthung klinischen Materials erhalten hatte, sind nun auch durch bacteriologische Untersuchung begründet.

In Fall VIII nahm die Infection ihren Ausgang von den oberflächlichen Geschwüren der Genitalschleimhaut (Introitus vaginae, Cervix) und erfolgte die Einwanderung und Ausbreitung der eingedrungenen Infectionskeime ausschliesslich auf dem Wege der Lympfbahnen. In progredienter, dem tiefen Erysipel analoger

---

1) E. Fränkel, Aetiologie des Puerperalfiebers. Deutsche med. Wochenschrift 1885 Nr. 34.

Weise verbreitete sich der Process im paravaginalen Bindegewebe im Parametrium, im subserösen Zellgewebe der ligamenta lata, durch Fortleitung in den Lymphgefässbahnen auf das Peritoneum und die Pleura. Das bei dieser Ausbreitungsweise und schliesslichen Ausdehnung des Processes der bacteriellen Noxe Gelegenheit geboten sein musste, in die Blutbahn einzudringen, liegt auf der Hand; so können die Coccen, wenn sie auf der Synovia der Gelenkshöhlen zurAnsiedelung kommen, ähnlich den Thierversuchen mit intravenöser Injection Anlass zum eitrigen Gelenkshöhlenexsudate, zur eitrigen Synovitis geben. Es erklären sich ferner durch die Anwesenheit der Coccen in den Organen und durch die von ihnen ausgelösten entzündlichen Reizungen die parenchymatösen Veränderungen von Leber und Niere, der Milztumor und auch die häufigen bronchopneumonischen Herde der Lunge.

Bei dieser Form von tödlicher puerperaler Infection, welche die lymphatische genannt wird, war ich, wie erwähnt, in einem Falle in der Lage, den Fehleisen'schen Erysipelcoccus aus Herzblut und inneren Organen in Reincultur zu erhalten, und es ist wahrscheinlich, dass überhaupt bei Infection von den Lymphgefässen aus nur die Invasion eines einzigen Mikroorganismus statt hat.

Erfolgt jedoch die Infection von den Blutgefässen aus, wie im Fall IX, durch Zerfall infectiöser Thromben an der Placentarstelle und an der Vena spermatica, so entsteht Mischinfection. In den inneren Organen treten, wie in unserem Falle, embolische Metastasen auf, welche in Fall VIII (lymphatische Form) vermisst wurden. In diesen pyämischen, in unserem Falle aber jauchigen metastatischen Herden ergab die bacteriologische Untersuchung ein vorwiegendes Vorhandensein von verschiedenartigen, augenscheinlichen Fäulnisbacterien, während ich im übrigen Organgewebe wieder die Kettenmikrococcen nachzuweisen im Stande war. Es war daher eine Doppelinfection gegeben, eine Infection mit den saprogenen Bacterien und eine solche mit Erysipelcoccen.

Setzt sich bei der lymphatischen Form der puerperale Infectionsprocess nicht auf das Peritoneum fort, so kann er auf die Parametrien localisirt bleiben (Fall VII), und es kommt zu einer

Ansammlung eiterähnlicher Massen; Virchow[1]), welcher auf diese Affection in puerperio die Bezeichnung Metritis und Parametritis erysipelatodes mit Recht, wie meine bacteriologischen Untersuchungen zeigen dürften, in Vorschlag brachte, glaubt hiefür einen Grund in der Gerinnung der Lymphe suchen zu dürfen, »welche die Höhlung der Lymphgefässe erfüllt und welche später eine ebensolche puriforme aber nicht purulente Schmelzung erfahren kann wie das geronnene Blut des Thrombus einer Vene«. »Dabei zeigt«, wie Virchow weiterhin sagt, »die mikroskopische Untersuchung ausser Fibrin eine reichliche Entwickelung runder, oft mehrkerniger grösserer Zellen, welche sich bald mehr bald weniger den wirklichen Eiterkörperchen nähern.«

Um einen Rückschluss aus dem Erwähnten zu ziehen, so habe ich (während eines durch besondere Häufigkeit von Erysipelerkrankungen ausgezeichneten Jahres) in 3 Fällen von puerperaler Infection den Fehleisen'schen Erysipelmikrococcus züchten können; es ist somit bewiesen, dass Erysipel und Puerperalfieber in innige Beziehung treten können, ja sogar, dass Puerperalfieber durch Erysipelcoccen verursacht sein kann, ohne damit zu behaupten, dass Puerperalfieber stets durch Erysipeleinimpfung entstehen muss. Ich habe ja selbst einen Fall puerperaler Pyaemie und Septikaemie zu untersuchen gehabt. Ich constatirte hier den gänzlichen Mangel von kettenbildenden Coccen und fand kurze, dünne Stäbchen, welche bei braungrüner, granulirter, anisodiametrischer Colonie mit dunklerer, centraler Pigmentirung die Gelatine verflüssigten.

Erfolgte die Einwanderung der Bacterien und ihre Verbreitung in den Lymphgefässen, so fand ich (in Fall VIII) in inneren Organen nur den Erysipelmikrococcus allein, ebenso in Fall VII im parametrischen Exsudat; fand die Infection von Blutgefässen aus statt, so waren ausser Erysipelcoccen noch ungeheure Massen von saprogenen Bacterien vorhanden. (Solche Formen sind, nebenbei bemerkt, gewöhnlich von wiederholt auftretendem

1) Virchow's Archiv Bd. 23 S. 422.

Schüttelfroste begleitet und dadurch klinisch von den lymphatischen zu unterscheiden).

3. Erysipelatöse Processe auf serösen Häuten.

Bekannt ist das ziemlich häufige, plötzliche Erkranken von vorher gesunden Individuen an gastrischen Beschwerden unter leichten Fiebererscheinungen, wenn gleichzeitig der cutane Rotlauf epidemische Verbreitung angenommen. Wiewohl hier keine sichtbaren Eruptionen auf der äusseren Haut oder den Schleimhäuten sich zeigen, so ist doch der causale Zusammenhang dieser Erkrankungen zur cutanen Form des Erysipels in hohem Grade wahrscheinlich. Zu dieser Vermuthung wurde schon Schönlein durch seine klinischen Beobachtungen veranlasst. Er sah nämlich, dass bei gehäuften Rothlauffällen im allgemeinen ganz gesunde Individuen vorübergehend von Diarrhöen und leichten Affectionen des Digestionsapparates vielfach befallen wurden. Weiter als Schönlein gingen die englischen Aerzte (Erichsen); sie schreiben es direct dem Einflusse der Erysipelinfection zu, dass bei epidemischem Rothlaufe Personen relativ häufig, wenn auch leicht unter erysipelähnlichen Krankheitssymptomen erkranken, ohne dass eine locale Affection der Integumentgewebe vorhanden ist.

Einen solchen Fall, in welchem die Erkrankung weder von der äusseren Haut noch von einer Schleimhaut aus ihren Ausgang nahm, hatte ich auch in der spontanen Peritonitis (Fall VI) zu untersuchen Gelegenheit. Prof. Bollinger hatte eigens seine Aufmerksamkeit auf die Auffindung eines Ausgangspunktes der Affection gelenkt, fand aber weder in der äusseren Körperhaut, noch in den Respirationswegen, weder im Darmtractus noch auch in der Genitalschleimhaut irgendwelche Veränderung, die mit dem Zustandekommen der spontanen Peritonitis in Beziehung gebracht werden konnte. Es war also wahrscheinlich, dass die Aufnahme der Kettenmikrococcen von den Lungen aus erfolgte, ohne hier selbst Veränderung zu setzen.

Wenn nun diese Erkrankung auch selten ist, so ist um so häufiger die erysipelatöse Erkrankung der serösen Häute (Peritoneum,

Pleura), wenn ein Erysipel auf der Brust- oder Bauchhaut gestanden hatte. Fehleisen hat selbst bei seinen therapeutischen Impfversuchen zweimal bei einem Erysipel der Brustgegend Pleuritis gesehen. Ebenso bezeichnete Cerné[1]) die bei Erysipel der Bauchdecken entstehende Peritonitis mit Abscessen an mehreren Stellen und die zugleich auftretende Bronchitis als Processe erysipelatöser Natur.

4. Vertheilung und Verbreitungsweise der Erysipelcoccen.

Wenn es nun auch gelungen ist, mit Hilfe des Plattenculturverfahrens die Erysipelmikrococcen in Haut, Blut und inneren Organen nachzuweisen und in Reinculturen fortzuzüchten, so musste immerhin noch der sichere Beweis für ihr Vorkommen in den betreffenden Organen durch die mikroskopische Untersuchung von Schnittpräparaten erbracht und erhärtet werden. Zunächst versuchte ich es mit Streichpräparaten, bei welchen der Organsaft auf das Deckgläschen in dünner Schichte aufgetragen und angetrocknet wurde. Nach dreimaligem Durchziehen durch die Flamme wurden die Präparate mit den entsprechenden Farblösungen behandelt. Mit diesen Trockenpräparaten glückte es aber nur selten, die Anwesenheit der Erysipelpilze im Organe nachzuweisen. Deshalb reihte sich hieran ausser dem Plattenculturverfahren die mikroskopische Untersuchung tingirter Schnitte. Ich zog vorzüglich die isolirte Färbung nach Gram und die Färbungsmethode nach Loeffler mit Kali-Methylenblau in Anwendung. Die übersichtlichsten Bilder gaben stets die Gram'schen Präparate, welche daher auch ausschliesslich zum Zeichnen benützt wurden. Schon bei Anwendung schwacher Systeme hoben sich aus dem brauntingirten Gewebsgrunde die Mikrococcenherde als bläuliche bis blauschwarze Flecken von höchst unregelmässiger Form und wechselnder Grösse ab. Die Bacteriennatur dieser Flecken wird bei Betrachtung mit 700—800 facher Vergrösserung sicher. In den hellen blauen Zonen und an den Randzonen der Pilz-

1) Cerné, Erysipèle medical a foyers multiples et peritonite erysipelateuse. Arch. génér. de med. Juin 1882.

herde zeigen sich nämlich die ausgeprägtesten Coccenformen, Doppelkugeln und Kettchen. Die dunkleren Bezirke dagegen lassen die Form der Einzelindividuen nicht mehr erkennen; aber man sieht dennoch, dass sie durch dicht gelagerte Mikrococcenmassen bedingt sind. Am Rande der Pilzherde ist das rankenförmige Auslaufen von verschlungenen Mikrococcenketten gewöhnlich sehr ausgesprochen. Wiewohl die Erysipelmikrococcen vorzüglich durch die Eigenschaft und Fähigkeit, Ketten zu bilden, ausgezeichnet sind, so tendiren sie doch auch sowohl in den Organgeweben als auch auf künstlichen Nährböden (vgl. Biologie d. Erysipelv.) zur Haufenbildung, eine Erscheinung, welche ihnen wohl ihrer Coccenform wegen zukommt. Wenn es im Gewebe noch nicht zur Gruppenbildung gekommen, so findet man diffus im Organgewebe eingesprengt schlangenartige Kettchen vor. Offenbar handelt es sich hier einerseits um ein actives Weiterwuchern, andererseits um frische Ueberschwemmung eines Bezirkes mit Erysipelmikrococcen, die erst nach einiger Zeit zu grösseren Häufchen anzuwachsen vermögen.

Damit sind wir nun an die Frage gekommen: »Steht die Zahl der Pilze, die Grösse der Erysipelcoccenherde zur Dauer der Erkrankung, steht ferner auch die Menge der im Körper befindlichen Coccen zur Intensität der Erkrankung und der pathologischen Veränderungen in irgend einem Verhältnis?«

In Fall IV bestand das hochgradige Gesichtserysipel 6 Tage, bis es zum lethalen Ausgang führte. Die Mikrococcen waren allerdings auf Schnitten in reichlichen Haufen und Gruppen in den Organen, namentlich in Leber und Milz nachzuweisen, welche ihrerseits am meisten makroskopisch an den pathologischen Veränderungen betheiligt waren, aber die Herde erreichten mit einigen Ausnahmen in der Leber gewöhnlich nicht die Ausdehnung und die Höhe der Zahl wie in Schnittpräparaten von Organtheilen der Puerperalfieberleiche (Fall VIII). Sämmtliche Organe waren hier durch enormen Pilzreichthum ausgezeichnet, namentlich die stark veränderten Lungen, Milz und Nieren. Die Infectionskrankheit dauerte 13 Tage, ging niemals auch nur einigermaassen zurück, sondern nahm stetig an Intensität und schweren Allgemein-

erscheinungen bis zum Tode der Patientin zu, so dass schon hieraus hervorging, dass der Exitus lethalis hier sicher nicht durch Ptomainwirkung, sondern durch die Anwesenheit von Mikroorganismen in den Organen bewirkt sein musste. Fall X kann nicht sehr ins Gewicht fallen, indem das Erysipel nicht allein bestand und in den inneren Organen die Bacterien des Typhus abdominalis gleichfalls vegetirten. Indessen stimmt auch hier der mikroskopische Bacterienbefund im allgemeinen überein mit den vorigen, nur dass die Erysipelcoccen in den Nieren stark prävalirten. Die Krankheitsdauer betrug in Fall XI 11 Tage unter steter zunehmender Intensität der Erysipelerkrankung.

Es können sich also bei lange dauernder Krankheit und bei zunehmender Intensität ziemlich grosse Mengen von Erysipelmikrococcen in den inneren Organen ansammeln. Am deutlichsten aber ist das Verhältnis von Intensität des Processes und der Menge der anwesenden Erysipelcoccen in der Haut. Es entsprach in meinen Fällen tiefen Erysipels die Stärke der ödematösen Schwellung und der erysipelatösen Röthe stets einer Anwesenheit grosser Mikrococcenmengen, wie die Culturversuche in Fall I und die Untersuchung von Fall XI ergab. Je intensiver der erysipelatöse Process in Schwellung und Röthung sich kundgibt, desto tiefer dringen die Bacterien auch in die Gewebsschichten der Haut und desto stürmischer verläuft die Mikrococcenvegetation.

Indem ich auf die histologischen und bacteriologischen Untersuchungen, die bereits angeführt sind, verweise, ist es gestattet, die Einzelheiten hier zu übergehen, und ich erinnere nur an das tiefe Erysipel des Gesichtes (Fall XI), welches trotz der langen Dauer der Krankheit solch enorme Mikrococcenmengen im Schnittpräparate zeigte, dass im bläulich hervorschimmernden Bacteriengrunde die eben scharf eingestellten Mikrococcenformen deutlich in ihren Contouren zu erkennen waren und dass die Schnitte unwillkürlich an die herrlichen Tuberkelschnittpräparate Koch's erinnerten, mit dem Unterschiede, dass hier Mikrococcen, dort die schlanken Bacillen hausten.

Hat der erysipelatöse Process in der Haut einige Zeit gedauert, so nehmen die Bacterienmassen ab, und gleichzeitig macht

sich eine stark entzündliche Reaction von Seite des Gewebes in einer mehr oder minder reichlichen Kernanhäufung und kleinzelligen Infiltration geltend. Mit stark ausgeprägter Veränderung des Gewebes sind dann meist keine Mikrococcen mehr nachzuweisen, in dem parallel mit der Kernanhäufung das Verschwinden der weiterwuchernden Mikroorganismen einhergeht, so dass sie gleichsam durch den Kernwall vorgeschoben werden.

Nach dem gewöhnlich raschen Verschwinden der acuten, entzündlichen Erscheinungen ist noch das in das Hautgewebe transsudirte Serum zu resorbiren, das Product der Bacterienentwickelung, welches offenbar die grösste Menge der beim bacteritischen Vegetationsprocesse sich bildenden (giftigen?) Ausscheidungsproducte (der Mikroorganismen) enthalten muss. Aber mit dem Nachlass der Röthe verschwindet auch das Fieber, und trotzdem das Serum sich resorbirt, treten keine Intoxicationserscheinungen infolge Ptomainenwirkung auf. Dies ist wieder ein Beweis dafür, dass nicht die Stoffwechselproducte der Erysipelcoccen es sind, welche das hohe Fieber und die schweren Allgemeinerscheinungen auslösen, sondern offenbar die Anwesenheit von Bacterien. Aus allem geht nun hervor, dass die am meisten veränderten Organe die grösste Zahl von Erysipelcoccen beherbergen (Fall X Niere, Fall VIII Lunge, Milz, Niere, Fall IV Leber). Aber ein regelmässiges Prävaliren in einem bestimmten Organe mit Ausnahme der Haut konnte nicht gefunden werden. Die Veränderungen der Organe in mikroskopischer Beziehung habe ich mich bei Untersuchung der einzelnen Fälle zu geben bemüht.

Oertlich folgt auf die Erysipelcocceninvasion eine flüchtige, progrediente Dermatitis. Dabei sind die Hauptsymptome: Hyperämie der befallenen Bezirke und Exsudation von Serum, vielleicht in selteneren Fällen von gelatinös-fibrinösen Massen.

Es finden sich bei den verschiedenen Hauterysipeln in der Haut die Erysipelcoccen nicht allein in den oberen Schichten des Corium, wie es vorzüglich beim Erysipelas migrans et marginatum der Fall sein dürfte, sondern vielmehr in den ernsteren Fällen in den tieferen Schichten des Cutisgewebes und im Unterhautfettgewebe, wo die Resorptionsvorgänge erhöhtere und regere sind als in

oberen Partien. In seltenen Fällen von stürmisch und intensiv verlaufender Infection (Fall X) erstrecken sich sogar die Mikrococcenzüge bis an die Muskelschichte hinan.

Die Erysipelmikrococcen sind dann in dichten Schwärmen in die Maschenräume und Saftkanälchen zwischen den wirr verschlungenen Bindegewebsfaserzügen eingebettet, erfüllen in dichten Massen das Gewebe, so dass offenbar ausser den Lymphgefässen und Gewebsspalten auch die Blutcapillaren von Mikroorganismen besetzt sein mussten, und auf diese Weise eine Aufnahme der Bacterien in die Blutbahn sich nothwendigerweise ergibt; im Paniculus füllen, wie bereits erwähnt, die Coccen die Räume zwischen den Fettzellen so vollständig aus, dass die Zellgrenzen von ihnen verdeckt, dafür aber auf das Genaueste durch die von ihnen gebildeten Bacterienkreise wiedergegeben werden.

Der Weg, auf welchem die Erysipelmikrococcen im Körper ihre Verbreitung erlangen, ist ein doppelter. Ein directes Einwandern derselben in die (grösseren) Blutgefässe, wobei die Wandungen durchwachsen würden, konnte ich in Uebereinstimmung mit den Fehleisen'schen Untersuchungen nicht beobachten. Die dilatirten, mit Blutzellen ausgefüllten Blutgefässe, besonders Venen, erwiesen sich (in den bisherigen Untersuchungen) stets frei von Bacterien, die Umgebung war meist stark zellig infiltrirt. Dagegen erfolgt eine Aufnahme der Erysipelmikrococcen in die Blutbahn durch die Capillaren, wie ich vorher kurz angedeutet, wiewohl Fehleisen die ausschliessliche Verbreitung in den Lymphbahnen ausdrücklich betont.

Den zweiten Weg, den die Erysipelcoccen bei ihrer Verbreitung nehmen, geben die Lymphbahnen ab. Wenn nun auch nach Fehleisen[1]) die Ausbreitung der Erkrankung nicht durch Verschleppung der Mikrococcen mit dem Lymphstrome vor sich geht, sondern »nur durch die active Wucherung der Coccen«, welche unstreitig eine merkwürdige, physiologische Eigenschaft derselben ist, so erscheint dennoch bei intensiver und länger dauernder Erkrankung, z. B. wenn sich die Lymphstase hebt, die

1) Fehleisen, Aetiologie des Erysipels. Berlin 1883.

Annahme einer Wegfuhr von Erysipelcolonien mit der Lymphe, d. h. einer Verschleppung durch Lymphkörperchen oder durch von ihnen gebildete Thromben der Lymphgefässe gerechtfertigt. Nachdem sich an dem Krankheitsherde die Mikrococcen in massiger Weise in den Lymphbahnen und Lymphgefässen vermehrt, stopfen sie schliesslich dieselben aus und erzeugen so Thrombosirung. Solche Lymphthromben können nun leicht losgerissen und vom Lymphstrome weitergetragen werden. Dass aber auch vom weiterwuchernden Rand der Coccenvegetation durch die strömende Lymphe die Keime fortgetragen und in die nächstliegenden Drüsen transportirt werden, dafür spricht die constante Schwellung der Drüsenpackete. Werden aber stets neue Coccenmassen den Lymphdrüsen zugeführt, so wird die Anhäufung in denselben eine so bedeutende, dass eine nicht mehr zu bewältigende Retention der Pilzzellen resultirt. Die Rothlaufbacterien passiren die Drüsen und gelangen mit der Lymphe in die Blutbahn. Mag nun auf dem einen oder dem anderen Wege die Ausbreitung der Erysipelmikrococcen vor sich gehen, jedenfalls ist ihr Uebertritt in das Blut und ihre Vermehrung in demselben sicher. Treten grössere Massen in die Blutbahn über, so können dieselben vom Organismus nicht mehr überwältigt werden und es kommt zu Ansiedelungen in den inneren Organen. In den gewöhnlichen, meist günstig verlaufenden Erysipelerkrankungen gelangen offenbar auch die Erysipelcoccen in das Blut und erzeugen dadurch die intensiven Fiebererscheinungen und die mehr oder minder ausgesprochene Reaction des gesammten Organismus auf die Infection (Erbrechen, Albuminurie, Benommenheit des Sensoriums etc.), aber ihre Zahl ist dann keine grosse, so dass sie vom Organismus gewöhnlich überwältigt und überwunden werden. Ob »mit der Höhe des Fiebers und der Heftigkeit der Erkrankung die Zahl der Bacterien im Blut und den Organen parallel einhergeht«, vermag ich nicht zu entscheiden, wenngleich es mir wahrscheinlich ist. Stellt sich doch mit der Rückkehr oder Steigerung der Fiebererscheinungen immer wieder entweder eine neue, intensive Hauteruption oder eine grössere Verbreitung des Processes als Folgeerscheinung ein. Mit dem Nachweise der

Coccen im Blute ist man nicht mehr zur Annahme gezwungen, dass die Bacterienvegetation in loco (Haut, Schleimhaut etc.) giftige Stoffwechselproducte erzeuge, welche, zur Resorption gelangt, die Allgemeinerscheinungen auslösen sollten. Es gibt ja Fälle von Erysipel, welche vollkommen fieberlos verlaufen und bei welchen die Erscheinungen auf der Haut gerade so intensiv sind als bei Formen, die mit hoher Fiebertemperatur ausgezeichnet sind. Die Bacterien lagern doch im ersteren Falle auch ihre Ausscheidungsproducte im entzündlichen Oedeme ab, welches bei seiner Resorption aber keine Fiebererscheinungen auslöst.

5. Wirkung der Coccen auf das Gewebe und ihre Ausscheidungsweise.

Bezüglich der Wirkung der Erysipelmikrococcen im lebenden Gewebe muss ich hervorheben, dass sie niemals in Cutis und Subcutis Eiterung hervorrufen. Kam Eiterung zu Stande, so war in unseren Fällen stets eine secundäre Invasion von Eiterbacterien zu constatiren. Entfalten jedoch die Erysipelcoccen in Organen, welche durch ein reich entwickeltes Lymphgefässnetz ausgezeichnet sind, oder wie in einem unserer Fälle in Lymphdrüsen ihre Wirkungen, so sieht man, dass sie auch im Stande sind, pyogene Eigenschaften anzunehmen. Weit entfernt, die Erysipelcoccen den Eiterbacterien zuzählen zu wollen, sind sie dennoch mit Bestimmtheit für die eiterige Exsudation in die Bauchhöhle (Fall VI), für das parametrische Exsudat (Fall VII), welches offenbar von den Lymphbahnen seinen Ausgang nahm, für das peritoneale und pleuritische Exsudat (Fall VIII) in ätiologischer Beziehung verantwortlich zu machen. Das Exsudat hatte offenbar in allen diesen Fällen vorerst rein seröse Natur, nahm aber mit der Zunahme der Intensität und der längeren Dauer der Entzündungsprocesse auf den Auskleidungen der serösen Höhlen durch Emigration und Anhäufung von weissen Blutkörperchen und Lymphzellen allmählich den eiterigen Charakter an. Die eiterbildende Wirkungsäusserung der Erysipelcoccen war jedoch nur auf die Gebiete des Lymphsystems und auf die lymphgefässreichen, serösen Häute beschränkt, und die Erysipelbacterien unterscheiden sich

dadurch von den gewöhnlichen Eiterbacterien. In den inneren Organen bewirken sie keine eiterige Einschmelzung und keine Abscessbildung, wie aus den aufgeführten Sectionsprotokollen hervorgeht, und wie auch der mikroskopische Befund keine Anhäufung weisser Blutzellen zu kleinen Eiterherdchen ergab. Manchmal war eine geringe Vermehrung des Bindegewebes vorhanden, meistens stellenweise leichte Quellungserscheinungen desselben und reichliche Rundzelleninfiltration und Kernanhäufung.

Die Herzgeräusche und die endokarditischen Processe, die im Verlaufe von Rothlauferkrankungen, ähnlich wie bei Rheumatismus acutus, mitunter beobachtet werden können, sind jetzt leicht erklärlich, indem in Fall X am Klappenrande die Coccen nachgewiesen wurden. Das bei Rothlauf so häufige perikarditische Exsudat, die Myodegeneration des Herzens, der Milztumor, die trübe Schwellung der Leber und der Nieren, die Gelenkschwellungen und -Entzündungen, die Peritonitiden, die Pleuritiden, die Bronchitiden, ferner die Veränderungen des Darmtractus (Erbrechen, Diarrhöen), die Cerebralerscheinungen, alle diese Erscheinungen können, wie in unseren Fällen, durch die Anwesenheit der Erysipelcoccen im Blut und den betreffenden Organen bedingt sein.

Danach dürfte die Unterscheidung in locale und allgemeine Infection gerechtfertigt erscheinen. Je nachdem nämlich die Störungen, welche durch die im Anschluss an Continuitätstrennungen der Integumentgewebe erfolgende bacteritische Invasion bedingt sind, mehr auf den Krankheitsherd selbst beschränkt bleiben, so dass sie gegenüber den Allgemeinerscheinungen die Oberhand behalten, oder je nachdem die örtliche Affection in den Hintergrund gedrängt wird und die Allgemeinstörungen die localen Symptome mehr überwiegen, dürfte im ersteren Falle die Infectionskrankheit hauptsächlich local verlaufen, ohne die inneren Organe besonders in Mitleidenschaft zu ziehen, während im letzteren Falle der gesammte Körper des erkrankten Individuums hochgradig afficirt erscheint.

Bezüglich der Frage nach der Ausscheidung der Erysipelmikrococcen aus dem Organismus könnten die Talg- und Schweissdrüsen in Betracht gezogen werden.

In einigen Schnittpräparaten war eine hochgradige zellige Infiltration um die Knäuel der Schweissdrüsen wahrzunehmen, die Coccenmassen aber erst in einiger Entfernung. Sicher ist Elimination der Coccen durch die Nieren, wenn die Erysipelkeime in die Blutbahn gelangt sind. Mit dem Blutstrome werden sie den Nieren zugeführt und gehen offenbar mit dem Harne ab, oder sie siedeln sich in den Capillaren der Malpighi'schen Körperchen an; erfolgt dann Sprengung des Glomerulus, so gelangen die Coccen frei in den Kapselraum und werden mit dem Harne abgeführt.

Die französischen Forscher[1]) theilen übereinstimmende Beobachtungen mit, insofern sie nämlich verhältnismässig ziemlich häufig im Verlaufe eines Erysipels das Auftreten von Nephritiden zu constatiren Gelegenheit hatten. Dabei fanden sie im Harne kugelförmige, nicht näher differenzirte Bacterien, welche sie auch im Blute der Kranken nachzuweisen in der Lage waren. Ob nun die Bacterien in infectionsfähigem Zustande mit dem Harne aus dem menschlichen Organismus ausgeschieden werden, diese Frage vermag ich nicht zu beantworten; jedenfalls halte ich eine directe Uebertragung des Krankheitsgiftes mit dem Harne Erysipelkranker für unwahrscheinlich.

Resumé.

Ueberblickt man in Kürze die Untersuchungsergebnisse, so sieht man, dass

1. der Fundort der Erysipelmikrococcen bei weitem nicht so sehr constant ist, wie man bisher angenommen. Die Lymphspalten und Lymphgefässe der Cutis sind nicht einzig und allein der Ort ihrer Invasion, sondern die Bacterien vermögen auch auf den Schleimhäuten des oberen Theiles des Darmtractus und den Schleimhäuten der Respirationsorgane sich anzusiedeln und, mit Vorliebe sich hier auf dem Lymphwege verbreitend, die Lymph-

---

1) Blechmann Julis, Contribution à l'étude de la nephrite infectieuse dans l'érysipèle de la face. Paris 1883.

bahnen der Mukosa und des submukösen Gewebes reichlich zu erfüllen. Dasselbe Verhalten der Mikroorganismen zeigt sich auf der Schleimhaut der weiblichen Genitalien, namentlich im Puerperium, wo sie auch durch die offenen Blutgefässe in den Blutkreislauf aufgenommen werden können.

2. Man kann vom histologisch-bacteriologischen Standpunkte aus ein oberflächliches (cutanes) und ein tiefes Erysipel (phlegmonöse, idiopathische Gesichtsrose) unterscheiden; beide sind durch dieselben Bacterien verursacht.

3. Die Erysipelmikrococcen vermögen in die Blutbahn überzutreten; es sind daher die Coccen nicht bloss in den Lymphgefässen der Integumentgewebe, sondern auch in gewissen Fällen in den inneren Organen nachzuweisen.

4. In manchen Fällen erfolgt bei Erysipel der Tod durch Allgemeininfection mit Erysipelvirus, nicht durch Ptomainenwirkung; bei Mischinfection kann auch durch Sepsis der Tod herbeigeführt werden.

5. Die Erysipelmikrococcen verursachen im Zellgewebe der Haut niemals Eiterung, auch in den inneren Organen nicht metastatische Abscessbildung, wohl aber vermögen sie auf lymphgefässreichen Gebilden und in zum Lymphapparate gehörigen Organen (Lymphdrüsen) pyogene Eigenschaften zu entfalten.

6. Gewisse Formen von Puerperalfieber stehen mit der Erysipelinfection der Genitalschleimhaut in innigstem Zusammenhange und sind nicht auf septische Infection zurückzuführen.

7. Erysipel zeigt grosse Neigung, sich mit anderen acuten Infectionskrankheiten zu compliciren. So ist bei Typhus abdominalis die secundär auftretende erysipelatöse Dermatitis durch die Fehleisen'schen Erysipelmikrococcen veranlasst. Auch zu Diphtherie und Scharlach tritt offenbar häufig Schleimhauterysipel, durch secundäre Invasion von Erysipelmikrococcen, welche leicht zur Allgemeininfection und auf diese Weise zu den Gelenksschwellungen führen kann.

8. Die Zahl der Erysipelerkrankungen dürfte eine grössere sein als man bisher angenommen: erysipelatöse Natur der spon-

tanen Peritonitis[1]) (Fall VI), manche Formen von Puerperalfieber (Fall VIII); Erysipel häufig bei Diphtherie und Scharlach.

II. Uebertragungsversuche der Reinculturen.

Nachdem man auf den infectiösen Charakter der Rose aufmerksam geworden war, unternahmen alsbald zur experimentellen Prüfung der Uebertragbarkeit derselben die deutschen Forscher Uebertragungsversuche auf Thiere, vorwiegend an zahmen Kaninchen, und benützten hierbei den Inhalt der Erysipelblasen und das in die Cutis transsudirte Serum. Je nachdem dieses Impfmaterial mehr oder weniger mit Fäulniskeimen oder mit Eiterung verursachenden Bacterien verunreinigt war, gestaltete sich jedesmal der Effect der vorgenommenen Impfung.

Zuerst wurden von Ponfick und Orth Thierexperimente angestellt. Orth brachte in Form subcutaner Injection ungefähr 1 ccm des Blaseninhaltes (eines Erysipelas bullosum) den Kaninchen bei und wollte bei diesen Versuchsthieren eine Affection der Haut erzielt haben, welche mit den erysipelatösen Veränderungen der menschlichen Haut übereinstimmte. Es entstand allerdings Röthung und Schwellung in der Umgebung der Injectionsstelle, aber nicht in der dem Erysipel charakteristischen Weise. Die Röthung, die sich gebildet, war sehr dunkel, fast schwärzlichroth, während bei den mit Erysipel-Reinculturen inficirten Thieren, seien es Kaninchen oder die minder empfänglichen Meerschweinchen, seien es Ratten oder Mäuse, immer eine rosige Röthung entsteht, welche jedoch bei Mäusen und Ratten einen offenbar durch eigenartige Beschaffenheit der Cutis bedingten Schimmer ins Lividrothe bietet.

Ausser den beiden genannten Forschern unternahm Lukomsky Thierversuche, verwendete aber, wie es scheint, stark mit putriden Substanzen vermengte Impfflüssigkeit. Er erhielt daher bei seinen Versuchsthieren gewöhnlich phlegmonöse Entzündungen und oft tief greifende Abscedirungen.

---

1) In einem (zweiten) Falle eitrig-jauchiger Peritonitis wurden die Erysipelmikrococcen vermisst, dagegen kurze, plumpe Stäbchen gefunden; es sei daher nicht gesagt, dass sämmtliche Peritonitiden erysipelatösen Ursprunges seien.

Anscheinend mit reinerem Infectionsmaterial haben Bellien und Zuelzer gearbeitet, insofern sie ungleichmässig seltener Eiterbildung und Gewebsnekrose bei ihren Versuchen beobachtet haben. Jedoch waren auch ihre Impfversuche nicht mit Reinculturen ausgeführt und waren daher nicht als entscheidend anzusehen.

Erst Fehleisen machte vor einigen Jahren die ersten Uebertragungsversuche mit Reinzüchtungen, beschränkte sich jedoch, wie alle übrigen Forscher nach ihm, ausschliesslich auf die cutane Impfung des Kaninchenohres.

In wie weit und in welcher Beziehung die Erysipelmikrococcen zur localen Hautaffection und zu den Veränderungen in den inneren Organen in Frage kommen, ob und in welchem causalen Zusammenhange sie zur Erysipelerkrankung stehen, um diese Untersuchungen ausführen zu können, mussten die rein gezüchteten Erysipelmikrococcen auf verschiedenen Infectionsmethoden dem Körper des Versuchsthieres einverleibt und auf verschiedene Thierarten und -Gattungen übertragen werden.

Infectionsversuche mit Culturen von Hauterysipel.

I. Uebertragung der Culturen aus Fall XI.

1. Cutane Impfung an Kaninchen.

1. Versuch.

Mit einer in eine üppige Erysipel-Gelatine-Stichcultur II. Gen eingetauchten, vorher sorgfältig ausgeglühten Impfnadel werden einem grossen, gut genährten Kaninchen von grauer Farbe fünf Impfstiche am linken Ohre, wenige Centimeter von der Ohrspitze entfernt, beigebracht. Das Ohr war vorher gründlichst gereinigt und gewaschen und mit Sublimat (1 ‰ Lösung) desinficirt worden.

Zeit des Versuches: 5. December 1885.

Nach ungefähr 20 Stunden (6. December) zeigte sich um die Impfstiche herum ein kleiner Hof von heller Röthe und beginnender Schwellung, zugleich eine deutliche Erweiterung und stärkere Füllung der Ohrgefässe.

Am dritten Tage (7. December) Temperaturerhöhung von nahezu 1°, obwohl das Thier sich in einem sehr kalten Raume befand.

Am vierten Tage nach der Infection des Thieres (8. December) verbreiten sich die getrennten, scharf von einander und von der normalen Haut abgegrenzten, gerötheten und geschwellten Höfe der Impfstiche so sehr, dass sie alsbald mit einander confluiren. Zugleich schleicht die Röthung und Schwellung

entlang der Venen gegen die Ohrwurzel hin, aber auch in der der strömenden Lymphe entgegengesetzten Richtung in Form breiter, entzündlicher Ausläufer gegen die Ohrspitze zu. Vergleicht man die Temperatur der beiden Ohren, so findet man, dass die des linken inficirten Ohres erheblich höher ist als die des rechten Ohres.

Am 6. Versuchstage (10. December) beginnt einer der Impfstiche abzublassen und abzuschwellen.

Am 8. Tage (12. December) hat das Erysipel die Ohrwurzel erreicht und verliert sich am Nacken. Nun geht die Röthung um die Gefässe zurück und Hand in Hand auch die Injection der Ohrgefässe, so dass am 11. bis 12. Tage der Process als abgelaufen zu betrachten ist. Das Thier erholt sich in den letzten Tagen zusehends und bleibt gesund.

Die Impfstellen blieben während der ganzen Dauer des Erysipels reactionslos, waren mit gelblichröthlichem, trockenem Schorfe bedeckt, der sich nach 8 bis 12 Tagen ablöste. Darunter wurde zarte, junge Epidermis sichtbar, wodurch die Impfstellen, ohne anderweitige Affectionen erlitten zu haben, abheilen. Als Zeichen für das abgelaufene Erysipel blieb weiter nichts zurück als eine geringe Verdickung der Haut und leichte Pigmentirung derselben um den Impfstellen herum.

2. Versuch.

Einem grauen Kaninchen wurden in die rechte Ohrspitze von einer in 1 ccm Culturflüssigkeit aufgeschwemmten Erysipel-Bouillon-Cultur, ca. 3 Theilstriche einer Pravaz'schen Spritze unter die Cutis injicirt, welche sich unter dem Drucke der eindringenden Flüssigkeit leicht vorwölbte.

Am Morgen des nächsten Tages zeigte sich die Flüssigkeit vollständig resorbirt und die Operationsstelle ohne erhebliche Reaction. Gegen Abend zu waren die Blutgefässe deutlich injicirt, deren Laufe entlang sich eine mit leichter Schwellung verbundene Röthung mit scharfen Grenzen bis gegen die Mitte des Ohres entwickelte.

Das Erysipel wanderte in den nächsten 24 Stunden am Ohre weiter, dessen Temperatur sich beim Anfühlen stark erhöht erwies.

Die stets scharf begrenzte, fortschreitende Affection erreicht nach 5 Tagen die Ohrwurzel, woselbst die Drüsen stark anschwollen.

Am 7. und 8. Tage Rückgang des Erysipels, bis zum 9. Tage Heilung.

3. Versuch.

Zwei graue Kaninchen hatten in ihrem rechten Ohre an der Spitze ungefähr 1—2 Theilstriche von einer concentrirten Bouilloncultur-Aufschwemmung (XVI. Gen.) injicirt erhalten.

Am folgenden Morgen war die Flüssigkeit ohne Reaction resorbirt und erst nach Mittag entwickelte sich bei dem einen Kaninchen eine Röthung der Einstichstelle mit leicht erhabener Schwellung, während sich beim 2. Versuchsthier erst 12—16 Stunden später eine längliche Röthe an den bereits injicirten Blutgefässen geltend machte.

Die Affection breitet sich bei beiden Versuchsthieren immer mehr aus, vorzüglich gegen die Ohrwurzel hin. Das Ohr wurde dabei hochroth und sehr

heiss; doch war die Röthe bei durchfallendem Lichte hell, fast durchscheinend und zeigte die charakteristischen, scharfen Abgrenzungen.

Am 5. bzw. 7. Tage war die Ohrwurzel erreicht, deren Lymphdrüsen bei dem 2. Thiere stark geschwollen waren.

Nun bildete sich die leichte, erhabene Schwellung und intensive Röthung zurück, nachdem die Ohrspitze schon früher abgeblasst und abgeheilt war. Es folgte Abschuppung in 4 Tagen und Heilung ad integrum.

2. Subcutane Infection bei Kaninchen.

1. Versuch.

Einem gesunden, 2594 g schweren Kaninchen von grauer Farbe werden nach Enthaarung und Waschen mit 0,1 % Sublimatlösung unter die rechte Rückenhaut 3 in ca. 1,5 ccm Rinder-Bouillon aufgeschwemmten Erysipel-Bouillon-Reinculturen subcutan injicirt. Temperatur des Thieres (per annum) 39,1 ° C. Zeit des Versuches: 3 Uhr nachmittags am 11. Februar 1886.

Am folgenden Tage zeigte sich das Allgemeinbefinden des Thieres noch nicht gestört; das Kaninchen frisst mit gutem Appetit von den ihm dargereichten Milchbrote, wiewohl bereits der dritte Theil der ganzen Rückenfläche rechterseits vom Erysipel ergriffen war. Schwellung und Röthung sind hier auffallend scharf abgesetzt und von ziemlicher Schmerzhaftigkeit bei Druck gefolgt, indem das Thier bei leichter Berührung ziemlich heftig zusammenzuckt. Temperatur morgens: 39,7 °; abends: 40,05 °.

Die Röthung nimmt am dritten Tage post infect. beträchtlich zu (13. Februar). Ferner treten leichte Darmerscheinungen auf und leichter Meteorismus; Koth nicht mehr geformt, sondern von fast weicher Beschaffenheit. Temperatur mittags: 39,95 °.

Am 14. und 15. Februar wurde ein hochgradiges Oedem des Oberschenkels des rechten Hinterlaufes sichtbar, jedoch ohne Röthung. Die geschwellten Partien, welche sackförmig herabhingen, waren sehr schmerzhaft (heftiges Zusammenzucken vor Schmerz bei Betastung). In den nächsten Tagen ging das Oedem auf die entsprechende Extremität der linken Seite über, gleichfalls nicht von Röthung begleitet; jedoch war die Temperaturerhöhung der ödematös geschwellten Hautbezirke deutlich fühlbar. Das Thier magerte hochgradig ab.

Am 24. Februar bestund an der Injectionsstelle eine derbe, flache Infiltration von Thalergrösse, d. h. leichte Verdichtung der Cutis. In der Regio glut. sin. et dext. waren die sackförmigen, über den leicht gebeugten und adducirten Oberschenkeln herabhängenden, geschwulstähnlichen Oedeme noch vorhanden. Beim Gehversuche hinkte das Thier, indem das rechte Hüftgelenk stark afficirt erschien, während das linke Hüft- und die übrigen Fussgelenke sich intact erwiesen.

Abends 5 Uhr wurden dem Kaninchen abermals 3 Rinder-Bouillonculturen des Erysipels subcutan beigebracht, ohne wiederum einen lethalen Ausgang zu erzielen; zugleich wurden auch beide Ohren inficirt.

Am nächsten Morgen (nach 16 Stunden) zeigte sich am rechten Ohre eine von den Stichen aus nach allen Richtungen hin sich ausbreitende Röthung und Schwellung, mit der Tendenz, gegen die Ohrwurzel hin fortzuschreiten.

Injection der Ohrgefässe. — Am linken Ohre war die erysipelatöse Röthung und Schwellung viel geringer, sowohl an Intensität als Extensität An der Rückenhaut aber war nichts besonderes, vielleicht nur eine sehr geringgradige Röthung und Schwellung vorhanden. Die Affectionen nahmen nicht mehr zu, sondern gelangten in den nächsten zwei Tagen zur Heilung.

2. Versuch.

Subcutane Injection einer Bouillon-Reincultur unter die linke Rückenhaut eines grauen Kaninchens.

Am Morgen des zweiten Tages zeigt sich ein Erysipel von mehr als Thalergrösse, welches nicht über die Medianlinie hinübergreift und am dritten Tage seine grösste Intensität erreichte, um dann rasch zurückzugehen. Am vierten Tage nach der Infection wurde das Thier getödtet.

Sectionsbefund: Die Blutgefässe des subcutanen, serös durchfeuchteten Bindegewebes des Rückens und der Bauchdecken erschienen stark injicirt. — Die Blutgefässe des Dünndarmes leicht injicirt. Das Kolon war meteoristisch aufgetrieben. Die Milz war vergrössert und zeigte braunrothe Farbe. Die Nieren waren blut- und saftreich; Harnblase leer, Leber von anscheinend normaler Beschaffenheit; Lungen normal, Pleura glatt und feucht, in der Brusthöhle kein Flüssigkeitserguss. Im Herzen fand sich wenig Blut vor.

Die Culturversuche mit Herzblut, Milz und Nieren ergeben die Anwesenheit der injicirten Erysipelmikrococcen, wenn auch in nicht besonders grosser Anzahl.

3. Versuch.

Das Thier, welches $^2/_3$ einer Erysipelcultur in Bouillon erhielt, zeigte nach 20 Stunden leichte, erysipelatöse Schwellung und Röthung der linken inficirten Rückenseite. Der Process dehnte sich am nächsten Tage nur wenig mehr aus und am 4. Tage hatte die Affection sich ganz verloren. Das Thier war genesen und blieb gesund.

4. Versuch.

Ein graues Kaninchen erhielt zwei in 4,5 ccm Bouillon aufgeschwemmte Erysipelculturen unter die rechte Rückenhaut eingespritzt.

Am Morgen des folgenden Tages zeigte sich ohne scharfe Abgrenzung eine erysipelatöse Röthung und Schwellung, welche an den nächsten zwei Tagen nach vorne zu fortschritt, in der Gegend des Schulterblattes jedoch Halt machte. Das Thier fieberte dabei nur wenig.

Am 6. Tage post infect. begann der Process sich zurückzubilden. Heilung am 8. Tage und Abschilferung kleienförmiger Epidermisschüppchen.

5. Versuch.

Das Thier bekam eine ganze Bouilloncultur unter die Rückenhaut der linken Seite. Am 2. Tage bot es eine scharf begrenzte, von der Impfstelle ausgehende, leichte Röthung und Schwellung, behielt jedoch seine volle Munterkeit. Am folgenden (3.) Tage dehnte sich das Erysipel nach vorne zu aus und erreichte die Thoraxregion; hier machte der Process Halt und ging vom 5. Tage an in Rückbildung über; Heilung nach 8 Tagen.

6. Versuch.

Ein weibliches Kaninchen mit $3^1/_2$ Rinder-Bouillonculturen subcutan inficirt an der hinteren Rückenregion, bekam ein deutliches Erysipel von nicht besonderer Extensität; dagegen zeigte sich die Analgegend und die Genitalschleimhaut lebhaft geröthet und geschwellt; aus der Vagina tritt trübes Secret; das Thier hatte nach 2 Tagen Entleerungen dünnflüssigen Kothes und hochgradigen Meteorismus. Nach Umlauf von 4 Tagen besserte sich der Zustand des Thieres erheblich, weshalb es getödtet wurde.

In der Peritunealhöhle fand man beträchtliche Mengen von serösem Exsudat. — Milz nicht besonders vergrössert, Gewebe fast derb. — Die Nieren boten keine wesentlichen Veränderungen. — Leber angenscheinlich normal. Darmschlingen injicirt.

Die Lunge zeigte ziemliche Anämie und eine geringe Anzahl von kleinen hämorrhagischen Herden.

Die Uterushörner waren stark injicirt.

In den inneren Organen, namentlich in Nieren und Milz, waren mikroskopisch und durch die Cultur die Erysipelmikrococcen in grosser Menge vorhanden.

Es ist noch nachzutragen, dass das Thier bereits durch einen früheren Versuch bedeutend geschwächt war.

7. Versuch.

Ein Kaninchen erhielt am 2. Februar 1886 eine Aufschwemmung von $1^1/_2$ Erysipel-Bouilloncultur unter die rechte Rückenhaut injicirt.

Auf der rechten Rückseite verbreitet sich mit scharfem Rande ein Erysipel, welches zur Ausbreitung nach vorne tendirt. Nach 3, bzw. 4 Tagen macht es Halt an der Schulterblattgegend. Hernach wandert das Erysipel auf die entsprechende hintere Extremität über, welche alsbald als gebrauchsunfähig sich erweist. Zugleich tritt ein kolossales Oedem auf, ohne mit Röthung einherzugehen.

6 Tage post infect. wird das Thier getödtet, nachdem die Erysipelerkrankung deutlich begonnen hatte in Rückbildung überzugehen.

In den den Uterus und die Eileiter verbindenden bindegewebigen Partien fand eine ziemlich bedeutende, augenscheinlich sulzige Infiltration statt; die Blutgefässe sind stark erweitert und prall mit gerinnendem Blute gefüllt. — Die Milz war vergrössert und zeigte dunkelbläuliche Färbung, jedoch war das Gewebe durch geringen Blutgehalt und gute Resistenz ausgezeichnet. — Leber anämisch, von gelbbrauner Farbe. — Niere zeigte ziemlichen Saftgehalt und Anämie. — Harnblase leer.

Im Herzbeutel eine nicht sehr grosse, immerhin bedeutend vermehrte Menge seröser Flüssigkeit. Das Herzfleisch von brüchiger Consistenz bot blasse Farbe. — Lungen anämisch.

In dem perikardialen Ergusse waren durch die Cultur zahlreiche Erysipelmikrococcen nachzuweisen. Ebenso wurden sie erhalten auf den Platten von Milz und Niere.

In Milzschnitten wurden Mikrococcenherde frei im Gewebe oder den Trabekeln anliegend angetroffen. Nierenschnitte liessen sowohl im interstitiellen

Bindegewebe als auch in den Gefässschlingen der Malpighi'schen Körperchen grosse Haufen von Erysipelmikrococcen erkennen.

Es ist noch beizufügen, dass das Thier bereits kurz vorher zu einem Infectionsversuche benützt war und infolge dessen sich ziemlich geschwächt zeigte.

8. Versuch.

Tief in das subcutane Bindegewebe der rechten Rückenhaut bekam ein gelbliches Kaninchen 9 Theilstriche einer üppigen in 1 ccm Flüssigkeit aufgeschwemmten Rinderbouilloncultur 10. Gen. eingespritzt.

Am nächsten Tage entwickelte sich von der Impfstelle aus, welche in 3 Tagen unter trockenem Schorfe reactionslos zur Abheilung gelangte, im Umfange eines Markstückes eine helle, intensive Entzündungsröthe und in ihrem ganzen Bereiche leichte, aber deutliche Schwellung, so dass beide zusammen recht scharfe Grenzen gegen die umgebende, normale, röthlich-gelbe Rückenhaut bewirkten.

Am 3. Tage hatte sich der Process um das Doppelte besonders nach vornehin ausgedehnt und reichte am 4. Versuchstage bereits bis gegen die Scapula, wo er nicht mehr weiterschritt. Die Temperatur über den gerötheten Hautpartien ist bedeutend erhöht im Vergleiche zur Normalhaut der anderen Seite. Die Grenzen des Krankheitsherdes blieben stets scharf.

Am 6. Tage blasste das Erysipel am Schulterblattrand ab, dafür breitete es sich über die Bauchhaut aus, gelangte aber in den nächsten 2 Tagen nicht ganz bis an die Medianlinie.

Der Process bleibt noch einen Tag in dieser Ausdehnung und Intensität bestehen, um dann in 3 Tagen in vollständige Heilung auszugehen. Leichte Abschuppung und Ausfallen von Haaren an nicht rasirten Stellen.

Das allgemeine Befinden des Thieres war niemals gestört.

9. Versuch.

2 Kaninchen, das eine mit grauem, das andere mit gelblichem Felle, wurden subcutan durch Injection von 9—12 Theilstrichen einer Aufschwemmung von 3 Erysipelculturen in ca. 2,5 ccm inficirt. Es entwickelte sich bei dem Kaninchen mit grauen Fell am nächsten Nachmittage von der Injectionsstelle an der rechten Rückenhaut ausgehend, eine leichte Röthung und Schwellung mit nicht sehr scharfen Contouren, beim gelblichen Kaninchen dagegen erst nach mehr als ½ Tage später ein intensivere Röthung und Schwellung, wobei zwar die Grenzen gegen die normale Umgebung deutlicher, aber dennoch auch stellenweise verschwommen waren.

In den nächsten beiden Tagen ging die Affection bei ihrem exquisit wandernden Charakter auf die Schulterblattregion über, und Tags darauf zeigte sich beim gelblichen Kaninchen die vordere Brustgegend der rechten Seite ergriffen, während beim grauen Kaninchen die Affection am Schulterblatt innehielt. Dabei fühlte sich die Temperatur der erkrankten Hautbezirke beträchtlich erhöht an im Vergleiche zur normalen Haut der gesunden Seite.

Im Verlaufe von weiteren 3—4 Tagen bildete sich der Process ad integrum unter leichter Abschuppung zurück.

3. Subcutane Infection bei weissen Mäusen.

1. Versuch.

Am 6. December 1885 (4 Uhr) werden einer weissen Maus 2—3 Theilstriche einer Pravaz'schen Spritze von einer in 1,5 ccm aufgeschwemmten Erysipelcultur unter die Rückenhaut injicirt. Nach 2—3 Stunden erscheint das Thier bereits krank; Haare struppig; nach 17 Stunden ist das Thierchen todt.

Sectionsbefund: Abdomen stark meteorisch aufgetrieben. Bei Eröffnung der Bauchhöhle fällt eine äusserst intensive Enteritis auf. Schleimhaut geröthet und geschwellt, stellenweise ulcerirt. Der Inhalt der aufgeblähten, stark injicirten Darmschlingen ist von rothbrauner Färbung und von wässerig-schleimiger Beschaffenheit (namentlich im Colon). Nieren blutreich. — Leber von etwas blasser Farbe. — Milz gross, dunkelbraun-rot. — Lungen von normalem Aussehen.

In Deckglaspräparaten die Coccen als Doppelkugeln und Kettchen nachweisbar. Ferner werden sie durch Plattenculturen von Milz, Leber, Nieren und Herzblut in charakteristischen Colonien erhalten und als die zur Infection verwendeten Erysipelcoccen erwiesen.

Auf Schnitten von Niere, Leber und Lunge zeigen die Erysipelcoccen durchaus das gleiche Verhalten wie im menschlichen Organe. Auch werden im Darme, namentlich auf der Serosa, wo sie in langen Zügen längerer oder kürzerer Kettchen angeordnet sind, und in der ulcerirten Schleimhaut gefunden.

2. Versuch.

Eine 3 Tage bei 22° C. sich entwickelnde, also noch nicht geklärte Bouilloncultur von Erysipel wird in den 10 ccm Bouillon gut aufgeschüttelt und davon ungefähr 1 Theilstrich durch subcutane Injection unter die rechte Rückenhaut einer weissen Maus gebracht.

Am nächsten Tage erscheint das Thierchen bereits krank, sitzt ruhig in seinem als Käfig dienenden Becherglase. Die Haut ist um die Injectionsstelle herum etwas geröthet mit leichtem Schimmer ins Bläuliche, und ist deutlich

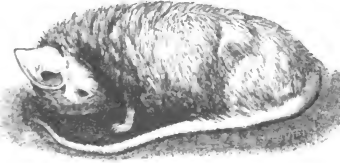
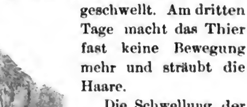


Fig. 1.



geschwellt. Am dritten Tage macht das Thier fast keine Bewegung mehr und sträubt die Haare.

Die Schwellung der Haut nimmt zu und verbreitet sich über den ganzen Rücken, überschreitet die Medianlinie und greift auf die linke Rückenseite über; zugleich erweist sich die geschwellte Region intensiv geröthet mit leicht vorhandenem Schimmer in's Livide.

Am 4. und 5. stellt sich erschwertes Athmen ein; die Athemzüge werden langsamer und mühsamer und erfolgen stossweise. — Das Thier verhält sich ganz bewegungslos, den gerötheten Kopf gegen die Brust angezogen und

gegen den Boden niederdrückend (Fig. 1); zu Bewegungen gezwungen zeigt es den linken Vorderfuss gelähmt.

In der nun folgenden Nacht stirbt das Thier.

Sectionsbefund: Die Maus ist sehr abgemagert. Am Rücken ausgebreitetes Oedem. Peritoneum deutlich ockergelb gefärbt. Auf den Gedärmen, welche sehr weich und brüchig sind, findet sich eine gelbliche, schleimige, klebrige Masse.

Rechte Niere von dunkelbrauner Farbe, hyperämisch, linke Niere blass. Die nach aussen liegende Hälfte derselben zeigt schmutzig-weisse Verfärbung, offenbar durch embolische Processe nekrotische Partien. Leber saftreich, von normaler Farbe und Consistenz. — Milz um die Hälfte vergrössert. — In der Brusthöhle linkerseits blutig beschaffene Flüssigkeit. Die linke Pleura stark injicirt. — Lunge anscheinend von normaler Farbe und Beschaffenheit. Im Herzen, bzw. im linken Vorhofe, eine grosse Menge dunkeln, flüssigen Blutes. Mikroskopisch finden sich im Peritonealexsudat zahlreiche, kleine Ketten, vermischt mit Einzel- und Doppelcoccen.

Die bacteriologische Untersuchung mittels Platten ergibt die Anwesenheit der Erysipelmikrococcen in sämmtlichen inneren Organen, wie Herzblut, Milz, Niere, Leber.

3. Versuch.

Von einer stark getrübten Bouillon einer in vollster Entwickelung begriffenen Cultur wird mittels einer geglühten Platinöse vom bereits dichten Bodenbelag eine Spur entnommen und einer weissen Maus unter die Rückenhaut an der Schwanzwurzel in eine Hauttasche gebracht. 12. December 1885.

Nach 24 Stunden ist die Wunde mit gelblicher, trockener, linsengrosser Kruste bedeckt. Die Haut erscheint in der Ausdehnung von Zwanzigpfennigstück-Grösse geschwellt und leicht livid geröthet. Schwellung und Röthung lassen sich von der normalen Umgebung deutlich abgrenzen und zeigen Tendenz, von der Operationsstelle aus nach vorne zu sich zu verbreiten.

Am dritten Tage (14. December) ist die Maus beträchtlich erkrankt. Die Schwellung von intensiver, leicht livider Röthung begleitet, schreitet mit scharf begrenztem Rande nach vorne zu fort.

Am 4. und 5. Tage stösst sich von der Infectionswunde der Schorf ab, und die Wunde beginnt zu nässen. Das Wundsecret ist nicht eitrig, sondern rein serös. Die Maus, sehr schwer krank, sträubt hochgradig das Fell und hält den Kopf derart gegen die Brust angezogen, dass die Stirne gegen die Watte am Boden des Gefässes niedergepresst erscheint. Bei leichter Berührung des Felles fallen die Haare zahlreich aus. Die Röthung und Schwellung nimmt enorm zu und hat am Ende des 5. Tages sich über den ganzen Rücken des Thieres ausgedehnt, welches am 6. Versuchstage zu Grunde ging.

Sectionsbefund: Die ganze Rückenhaut des abgemagerten Thierchens hochgradig geschwellt, nirgends Röthung, überall rein seröse Durchtränkung des Haut- und Unterhautzellgewebes. Die Infectionswunde an der Schwanzwurzel mit feuchten, gelblich gefärbten, krustenartigen Massen bedeckt. Das Fell zeigt beträchtlichen Verlust an Haaren. — Das Peritoneum ist eigenthümlich hellgelb gefärbt. Die Gedärme zunderartig schieflich verfärbt, mit zähen, weisslichen, gelatinösen Massen bedeckt. — Beide Nieren blass, anämisch.

Unter der Kapsel finden sich mehrere punktförmige bis stecknadelkopfgrosse, weisse, nekrotische Herde. — Leber sehr voluminös, dunkelbraunroth, ist um die Hälfte vergrössert, zeigt grossen Saft- und Blutreichthum und ziemlich breiige Consistenz. — Milz ebenfalls stark vergrössert. — Die Lungen erscheinen splenisirt, fast rothbraun gefärbt und zeigen beträchtliche hämorrhagische Infiltration. Das Herz enthält nur wenig helles, dünnflüssiges Blut.

Mikroskopisch ist im Peritonealsaft eine bedeutende Menge von Mikrococcen und Ovalformen zu erkennen, welche bei Färbung von Kali-Methylenblau von farblosen, offenbar gallertigen Hüllen umgeben sind. Die Erysipelmikrococcen liegen meist zu 2–3 in einer solchen Kapsel zusammen. In der Niere sind die Erysipelcoccen von normaler Grösse, zum Theil jedoch mit Quellungserscheinungen behaftet. In der Leber finden sich fast durchgängig nur die grösseren Kugelformen. Die Cultur ergibt überall Erysipel in Reinzucht, wie es zur Infection verwerthet wurde.

4. Versuch.

Am 16. Januar 1886 abends 5 Uhr wird eine weisse Maus an der Schwanzwurzel subcutan mit Erysipel injicirt, indem sie einen Theilstrich einer grossen, d. h. 2 ccm fassenden Injectionsspritze von einer in 2 ccm Bouillon aufgeschwemmten Bouillon-Reincultur erhielt.

Am Morgen des nächsten Tages erscheint das Thier noch ganz wohl; erst gegen Abend stellen sich Krankheitssymptome ein. Das sonst so agile Thier sitzt ruhig im Becherglase, verbirgt sich ängstlich in der darin befindlichen Watte, frisst nur wenig von dem ihm dargereichten Milchbrode.

Am 18. Januar bemerkt man bereits Erysipel der Regio glut. dext., kenntlich durch Schwellung und Röthung. Trockner, braunrother Schorf über der Operationswunde.

19. Januar. Das Erysipel hat sich über die ganze Rückenhaut ausgebreitet und reicht fast bis zur Scapula.

Am 20. Januar erscheint die linke Extremität gelähmt.

Den nächsten Tag (21. Januar) bleibt das Thier bewegungslos an ein- und derselben Stelle liegen und vermag sich nicht mehr vom Platze fortzubewegen, auch wenn es dazu gedrängt wird. Das Fell sehr struppig; Tod in der folgenden Nacht.

Sectionsbefund: Hochgradiges, von der Injectionsstelle aus über die ganze Rückenhaut des Thieres ausgedehntes Oedem infolge rein seröser Transsudation ins Unterhautzellgewebe. — Unterleib enorm aufgetrieben. Bei der Eröffnung der Abdominalhöhle zeigt sich dieselbe mit klarer Exsudatflüssigkeit ohne Blutbeimengung prall gefüllt. Das Peritoneum ist intensiv geröthet und zeigt stellenweise hämorrhagische Herde. Die Gedärme sind brüchig und von weicher Consistenz, zunderartig und sind mit farblosen, zähflüssigen Schleimmassen bedeckt. — Die Milz stark vergrössert, 2 cm lang, 3 mm dick. — Leber anscheinend von normaler Beschaffenheit. Gallenblase mit gelblich-grüner, flüssiger Galle vollgefüllt. — Das Gewebe der Nieren ist blass, von sehr geringem Blutgehalte. Unter der linken Niere findet sich eine stecknadelkopfgrosse, gelblich-weisse, nekrotische Stelle; die rechte Niere zeigt in Form von Streifen weisse, subkapsuläre Trübung. — Die linke Pleura sehr intensiv

injicirt. Lunge mit der Thoraxwand durch frische, hellrothe Bindegewebsspangen verbunden. In der Pleurahöhle geringes Exsudat von serös-blutiger Beschaffenheit. Die Lungen sind hellroth, stellenweise rothbraun gefärbt, im übrigen normal. — Das rechte Herz (besonders der Vorhof) mit schwärzlichrothem Blutgerinnsel erfüllt.

Mikroskopisch finden sich in den Deckglaspräparaten einzelne Kugelformen oder Doppelkugeln nur in geringer Anzahl in dem Pleurahöhlenexsudate. Ebenso sind in der Bauchhöhlenflüssigkeit keine oder sehr vereinzelte Coccenformen vorhanden. In gleicher Weise sind die Erysipelbacterien nur in geringer Zahl im Herzblut und im Safte der Leber nachweisbar.

5. Versuch.

Ungefähr der 4. Theil einer in 0,5 ccm Bouillon aufgeschwemmten Erysipelcultur, welche ihre Entwickelung beendet hatte, wird 18. Februar 1886 einer weissen Maus an der Schwanzwurzel subcutan injicirt.

Schon am Morgen des nächsten Tages erscheint die Maus ziemlich krank, hält sich sehr ruhig und sucht sich ängstlich zu verbergen, den an die Brust angepressten Kopf auf die Watte am Boden niederdrückend.

20. Februar. Die Augenlider sind mit trüb-weissem Secrete verklebt; die rechte hintere Extremität ist ziemlich stark geschwollen und geröthet, functionsunfähig. Beim leichten Hinwegstreichen über die Rückenhaut fallen die Haare aus. Leichtes Oedem der Rückenhaut. In der Nacht vom 20. auf 21. Februar stirbt das Thier.

Bei der Section zeigt sich die Rückenhaut macerirt, die Haare vollständig lose in der Haut steckend. Nach dem Wegstreichen der Haare sieht man eine feuchte, die Hälfte des Rückens einnehmende Fläche vor sich. Eiter nirgends vorhanden.

Das Fussgelenk des rechten Hinterfusses stark geschwellt. Ein Deckglaspräparat vom Gelenkhöhlensaft lässt nur sehr spärlich einzelne Mikrococcen erkennen. — Die Leber erscheint geschwellt und blutreich. — Die Milz im Dickendurchmesser vergrössert, zeigt auf der Schnittfläche dunkelblaurothe Farbe. — Die Nieren sind hochgradig anämisch; die Harnblase stark gefüllt. — Die Lungen sind fleischroth, sonst von anscheinend normalem Luftgehalte und normaler Consistenz. — Das Herz mit dunklem Blute prall gefüllt.

6. Versuch.

Am 22. Februar 1886 erhält eine weisse Maus subcutan eine halbe Bouillon-Erysipel-Reincultur an der Schwanzwurzel beigebracht.

23. Februar. Die ganze hintere Region des Rückens war stark geschwellt und geröthet. Es stirbt das Thier gegen abends 6 Uhr. Bei der Section des Thieres findet sich das Peritoneum hochgradig entzündlich afficirt, gleichwohl nur sehr wenig klares, seröses Exsudat in der Abdominalhöhle. Die Gedärme zeigen namentlich in ihren oberen Partien gleichmässige, diffuse Röthung mit leichter Schwellung der Darmwandungen (intensive Enteritis). — Die Niere saftarm, von schwach-lividrother Farbe — Die Leber fast vollständig blutleer; ihr Gewebe ist matsch und brüchig, die Schnittfläche gelblich-grau gefärbt; von derselben entleert sich kein Blut, selbst nicht aus den grösseren

Gefässen. — Die Milz, beträchtlich im Dickendurchmesser vergrössert, zeigt dunkle Farbe und bei frisch entstandenen, noch dunkleren, hämorrhagischen Herden gesprenkeltes Colorit. — Lungen fleischrot, Pleura etwas injicirt. — Im Herzen wenig dickliches, dunkles Blut.

Von Herzblut und Leber wurden Stichculturen angelegt, welche reine, üppige Erysipelzucht lieferten.

7. Versuch.

3 Mäuse erhielten von einer in chlornatrium- und peptonhaltigen Rinder-Bouillon gezüchteten, üppigen Reincultur 16. Generation 8, 5 und 3 Theilstriche subcutan injicirt.

Die Mäuse waren sämmtlich gegen Ende des folgenden Tages erkrankt und sträubten das Fell. Die Rückenhaut schwoll ödematös an und röthete sich. Am 3. Tage starb die Maus, welche 8 Theilstriche erhalten hatte. Die übrigen Thiere zeigten die charakteristische Kopfstellung und suchten sich ängstlich zu verbergen. Die Affection schritt von der Einstichsstelle nach vorwärts und ging auf den Kopf über.

Am 5. bzw. 7. Tage starben die beiden anderen Mäuse.

Der Sectionsbefund war bei allen Thieren so ziemlich übereinstimmend. Das Oedem war über den ganzen Körper verbreitet, die Inquinaldrüsen geschwellt und das Gewebe der Umgebung geröthet. — Die Darmschlingen waren mit weisslichem, flockigem Exsudate bedeckt, das Peritoneum selbst injicirt. — Milztumor bedeutend. — Die Lungen zeigten bei dem einen Thierchen pneumonische Verdichtung eines ganzen Lappens, bei den beiden anderen braunrothe, pneumonische Inseln mit fibrinöser Pleuritis in Form von zarten, bindegewebigen Verwachsungsspangen.

In der Oedemflüssigkeit zahlreiche Mikrococcen zu Doppelkugeln angeordnet; in gleicher Weise im Peritonealsafte. In Lunge und Niere zahlreiche Mikrococcen in den Blutgefässen und Capillaren des interstitiellen Bindegewebes, ebenso in den subpleuralen Ueberzügen der Lunge und subperitonealen Bindegewebe.

4. Intravenöse Injection von Erysipelculturen bei Kaninchen.

1. Versuch.

Nach sorgfältigem Blosslegen der Vena jugularis wird in dieselbe bei einem grauen, mittelgrossen Kaninchen die Hälfte einer mit 0,5 ccm Bouillon hergestellten Suspension von einer Bouillon-Reinzucht injicirt. — Die Blutung bei der Operation war sehr unbedeutend. Ligat. III. Sut. IV. Zeit des Versuches 21. Januar 1886.

In den beiden nächsten Tagen blieb das Thier vollkommen munter und gesund.

Am 24. Januar wurde es etwas traurig und am 25. Januar zeigte sich von der Operationswunde ausgehend auf der entsprechenden Halsseite leichte Röthe mit geringgradiger Schwellung.

Abends 26. Januar blasste das Erysipel wieder ab; dennoch erscheint das Kaninchen stärker afficirt. Es sitzt ruhig, frisst wenig und macht sehr träge Bewegungen, wenn es hierzu gezwungen wird.

27. Januar. Das rechte hintere Bein erscheint gelähmt und wird vom Thiere geschont, ebenso das linke vordere. Bei Bewegungen des Beines empfindet das Thier lebhafte Schmerzen, nicht jedoch beim Rotiren des Fusses nach aussen, wohl aber bei Vorwärts- und Rückwärtsbewegungen.

28. Januar. Jetzt deutliche Anschwellung der Fussgelenke des rechten Hinter- und linken Vorderlaufs. Zugleich ist das Fussgelenk der rechten vorderen Extremität geschwellt. Zu Bewegungen gezwungen, macht das Thier äusserst mühsame und offenbar sehr schmerzhafte Gehversuche.

In den nächsten 2 Tagen (29. und 30. Januar) vermag das Thier sich nicht mehr aufrecht zu halten, sondern liegt beständig (bald auf der linken, bald auf der rechten Körperseite). Die Schwellungen der auf Druck höchst empfindlichen Gelenke nehmen stetig zu. Der Kopf ist bei unwillkürlichem, eigenthümlichen Zittern in steter, leichter Bewegung. Das Thier vermag nicht mehr sein Futter zu suchen, frisst aber ziemlich gut, wenn ihm Milchbrod vor den Mund gehalten wird. Gehversuche bleiben bei einem machtlosen, schmerzlichen Zucken bewendet. Athmung sehr langsam, aber ruhig und tief.

Am 31. Januar lag das Thier todt im Käfig.

Sectionsbefund: Das Kaninchen war hochgradig abgemagert. An der Operationswunde befand sich ein haselnussgrosser Knoten aus dicklicher, weisslich gefärbter, käsiger Masse (Detritus, Zerfall zelliger Elemente). Die Lymphdrüsen des Halses waren auf der Injectionsseite geschwellt, das intermuskuläre Bindegewebe leicht ödematös durchtränkt. — Nach Durchschneidung der Bauchdecken bemerkt man im Abdomen ungefähr 6 ccm klares, hellgelbes Serum. — Der Magen prall mit Speisebrei gefüllt. — Die Gedärme bieten nichts Abnormes, nur sind stellenweise die Blutgefässe der Serosa stark injicirt.

Mit Blut prall gefüllt sind die venösen Gefässe des Mesenterium und die Pfortader. Mesenterialdrüsen stark geschwellt. — Die Nieren sind anämisch, von blassem Colorit, sonst anscheinend normal. — Die Harnblase enthält geringe Mengen eines schwach alkalischen, getrübten Harnes. — Milz dunkel gefärbt und geschwellt. — Leber ist sehr voluminös, dunkelblauroth, sehr blutreich. Kapsel glatt. — Gallenblase mit hellgrünlicher, flüssiger Galle erfüllt. — Die Gefässe des Zwerchfells stark injicirt. — Bei Eröffnung des Thorax fanden sich in der Brusthöhle geringe Mengen klaren, hellgelben bis schwach röthlich gefärbten Serums (2—3 ccm). Nirgends zeigen sich bindegewebige Verwachsungsspangen. Pleuren glatt, normal. — Lungen von fleischrother Farbe, an manchen Stellen dunkelblauroth gefärbt, an anderen braunrothe Partien, besonders in den hinteren Theilen. Das Gewebe ist lufthaltig, blutreich. Emphysem der Lungenränder. Einige hirsekorngrosse und darüber, frische Lungeninfarkte, welche durch die zarte Pleura als dunkelblaue bis braunrothe Flecke durchschimmerten. — Im Herzbeutel ca. 2,5 ccm seröser Flüssigkeit. Das Peri- und Epikard zeigten ziemliche Injection, in keinerlei Weise Verdickungen oder irgendwelche andere Veränderungen. Das Herz zeigt blasse Muskulatur. Beide Ventrikel sind blutleer und contrahirt; dagegen sind die Vorhöfe einestheils mit über erbsengrossen, weisslichen Massen, anderntheils mit dunklen Blutgerinnseln prall erfüllt. — Gehirn sehr blutleer. Die Hirnhäute ziemlich injicirt; zu beiden

Seiten an der Gehirnbasis streifenförmige, weissliche Trübungen. — Das Fussgelenk des rechten Hinterlaufes ist am stärksten geschwollen. Im Gelenke dickliche, eitrige Exsudatmasse. Ferner sind die Fussgelenke der beiden Vorderläufe geschwollen und die Höhlen prall mit den nämlichen Exsudatmassen erfüllt; zugleich sind von den Gelenken aus ausgehend die Sehnenscheiden der Abductorenmuskeln mit gleichen, eiterähnlichen Massen erfüllt.

Mikroskopisch fanden sich in der grossentheils aus in körnigem Zerfalle begriffenen rothen und weissen Blutkörperchen und Fibrin bestehenden Massen am Halse kurze Kettchen, Einzelcoccen und Ovalformen. Im Organsaft der Nieren ebenfalls die Mikrococcen nachweisbar, während das Bauchhöhlenexsudat ganz frei von den Organismen war. Im eitrigen Gelenkshöhlenexsudat wurden nur spärlich Kettenmikrococcen aufgefunden.

Auf den Plattenculturen wurden aus Herzblut und Milz in sehr spärlicher Zahl, im Gelenksexsudat schon in grösseren Mengen die Erysipelcolonien erhalten, während die Platte mit dem Bauchöhlenexsudate steril blieb.

2. und 3. Versuch.

In die rechte Ohrvene bekamen 2 graue Kaninchen 8 und 6 Theilstriche von 2 in 1,5 ccm aufgeschwemmten, sehr üppig entwickelten Reinculturen in Rinderbouillon (14. Gen.) langsam eingespritzt. Lig. II — III. Sut. V. Zeit des Versuches 25. Mai 1886.

Bei dem einen Thier, welches 8 Theilstriche erhalten hatte, entwickelte sich schon Tags darauf Röthung und sehr geringe Schwellung an der Ohrwurzel; das Thier blieb jedoch wie das andere munter.

Unter Fortschreiten des Erysipels auf den Nacken, wo es verschwommen wird, erkrankt am 30. Januar deutlich das Kaninchen; es sitzt ruhig im Käfig, frisst wenig und zittert etwas. Die Bewegungen gehen noch gut von statten.

31. Mai. Das Erysipel an der Ohrwurzel und am Nacken hat sich verloren; bei Bewegungsversuchen schont das Thier etwas seinen rechten Hinterlauf, an welchem aber noch keine Schwellung bemerkbar ist.

1. Juni. Das Thier vermeidet ängstlich jede Bewegung; hierzu gezwungen hinkt es wegen der Bewegungsunfähigkeit des rechten Hinterlaufes sehr stark. Das Fussgelenk ist heute bedeutend geschwollen und ist bei Berührung sehr schmerzhaft; ebenso sind die Fussgelenke der beiden Vorderläufe schmerzhaft. — Das Thier, welches 5 Theilstriche von der Pilzmischung bekam und bisher seine volle Munterkeit bewahrt hatte, ist jetzt auch sichtlich erkrankt und sucht sich zu verbergen.

2. Juni. Die Schwellung der 3 Fussgelenke beim ersterkrankten Kaninchen nahm bedeutend zu und ebenso ihre Schmerzhaftigkeit, so dass das Thier stets ruhig und völlig apathisch daliegt und zu Gehversuchen nicht zu bringen ist. — Das 2. Kaninchen bekommt in den nächsten Tagen in gleicher Weise am Fussgelenke des linken Hinterlaufes und am linken Knie Schwellungen, welche sich aber in 8 Tagen zurückbilden, während das erste Thier am 6. Juni der Infection erliegt.

Der Sectionsbefund ist im allgemeinen demjenigen, welcher beim vorhergehenden Versuche erhalten wurde, durchaus ähnlich.

Die Plattenculturen aus Leber und Milz ergaben ein negatives Resultat, die aus den Exsudatmassen der Gelenke aber ein positives Resultat bezüglich der Anwesenheit der einverleibten Mikrococcen.

4. Versuch.

Ein Kaninchen erhält eine ganze, in 0,8 ccm Bouillon aufgeschwemmte Bouilloncultur (15. Gen.) in seine bloss gelegte, rechte Ohrvene. Lig. II. Sut. III.

Erst am übernächsten Tage stellten sich unzweifelhafte Krankheitserscheinungen ein. Das Thier frass wenig und sass sehr ruhig.

Am 4. Tage hinkte es sehr bedeutend auf den beiden Extremitäten der rechten Seite. Die Fussgelenke waren hier geschwollen und auf Druck sowohl wie bei Bewegungen sehr schmerzhaft.

Am folgenden Tage waren die Schwellungen beträchtlicher geworden; das Thier lag ganz bewegungslos bei leicht erschwerter Athmung im Käfig und starb gegen Abend.

Sectionsbefund: Die Kniegelenke waren prall mit eiterähnlichen Massen gefüllt, die Lungen herdweise pneumonisch verdichtet und braunroth gefärbt. Herzmuskel, Niere, Leber boten ausser der leicht verminderten Consistenz makroskopisch keine Veränderungen. Die Milz war stark geschwellt und sehr blutreich.

Mikroskopisch waren die Veränderungen der acuten, parenchymatösen Degeneration zu erkennen. Plattenculturen ergaben in Uebereinstimmung mit den Schnittapparaten die Anwesenheit massenhafter Erysipelmikrococcen in Herzblut wie in sämmtlichen inneren Organen.

5. Intraabdominale Einverleibung der Culturen bei weissen Mäusen.

1. Versuch.

Das Thier erhielt am 10. Juni um 4 Uhr 5 Theilstriche einer kleinen Pravaz'schen Spritze einer 3 Tage der Entwickelung bei 35° C. überlassenen Erysipelbouillon-Reincultur (17. Gen.) in's Abdomen injicirt.

Das Thier frisst eine Stunde nach der vorgenommenen Operation mit grosser Gier von vorgeworfenem Fleischstückchen.

Doch stirbt das Thier am nächsten Morgen 6¼ Uhr.

Die Section des Thieres ergibt:

Das Abdomen erscheint meteoristisch aufgetrieben. Die Gefässe der Subcutis in der Abdominal- und Axillargegend stark gefüllt. — Das Peritoneum ist deutlich injicirt, saftig glänzend und sehr schwach gelblich gefärbt. — In der Abdominalhöhle ist keine Flüssigkeitsansammlung zu constatiren. — Die Darmschlingen sind heftig geröthet; durch die Serosa schimmern fast linsengrosse, weissliche, manchmal prominirende, deutliche Flecke (offenbar Peyer'sche Plaques). Die Darmschlingen sind ausserdem stark mit Gas aufgebläht und enthalten mit Ausnahme des minder afficirten Colons dünnflüssige Massen. Auf der Serosa der Darmwandungen macht sich stellenweise der Beginn schmieriger, trüb-weisser, flöckchenartiger Auflagerungen kund, welche sich leicht abstreifen lassen. — Milz ist ziemlich vergrössert, Kapsel nicht sehr durchsichtig. Das Gewebe der Milz ist brüchig, saftreich und von braunrother Farbe. — Beträchtlicher (und zwar bedeutend) geschwellt ist die

enormes Volumen besitzende Leber mit brüchigem, blutarmen Gewebe von hellbraunrother Farbe. Kapsel glatt, durchsichtig. — Nieren sind sehr blutarm, saftreich und von brüchiger Consistenz. — Das Zwerchfell ist injicirt und in seiner mittleren, centralen Partie bei deutlichem Beginn von weisslichen Auflagerungen sehr stark milchig getrübt. — Herz mit brüchiger Muskulatur ist mit gerinnendem Blute gefüllt. — Die Pleuren sind etwas injicirt. Keine Auflagerungen. Kein Exsudat in der Pleurahöhle. — Die Lungen sind sehr anämisch, fast gelblichweiss mit schwachem Schimmer ins Röthliche. Dagegen finden sich in den Oberlappen dunkelbraunrothe Inseln, welche ziemlich umfangreich sind (und fast die Hälfte der Oberlappen einnehmen). — Der Uterus enthält 8 Embryonen von Kleinbohnengrösse und zeigt dunkelbraun- bis blaurothe Injectionsröthe. Aus der Scheide tritt reichlich blutiges Secret.

Von Milz, Niere und Herzblut werden Culturen angelegt. Sie ergeben eine üppige Reinzucht der injicirten Erysipelcoccen. Im Deckglaspräparat von Peritonealsaft finden sich ausschliesslich die Kettenmikrococcen theils als Doppelkugeln, theils in längeren oder kürzeren Kettchen, aber auch in Anordnung von Knäueln vor.

2. Versuch.

Das Thier erhält am 13. Juni nachmittags 5½ Uhr durch Injection mit der Pravaz'schen Spritze einer in 2 ccm aufgeschüttelten fertig entwickelten Bouilloncultur 3 Theilstriche in's Abdomen.

14. Juni. Das bewegliche Thier hüpft noch munter im Käfig umher.

15. Juni. Das Thier ist schwer erkrankt, sträubt das Fell und hält sich sehr versteckt.

16. Juni. Fresslust des Thieres sehr gering.

17. Juni. Tod um 11 Uhr morgens.

Sectionsbefund: Die Bauchhaut ist leicht geschwellt und ihre Gefässe sehr injicirt. — Die Serosa der mit flüssigen Massen erfüllten Darmschlingen ist sehr stark geröthet, ebenso das Peritoneum, welches noch stellenweise sammetartig getrübt erscheint. Doch ist nirgends deutlich Fibrinablagerung sichtbar. — Die Kapsel der anscheinend normalen, sehr anämischen Leber ist stark getrübt. — Die Milz ist stark vergrössert, Kapsel stark verdickt. — Die Nieren haben blasses Gewebe. — Die Lungen sind normal. — Culturen von Herzblut und Milz lassen die Erysipelcoccen in Reincultur zur Entwickelung kommen.

3. Versuch.

Das Mäuschen bekommt (13. Juni) in's Abdomen 4 Theilstriche von einer seit 5 Tagen in üppigster Entwickelung begriffenen Bouilloncultur 18. Gen., von welcher vorher die oberen Flüssigkeitsschichten abgegossen waren. Unmittelbar nach der Operation schmeckt dem Thierchen ein vorgeworfenes Bratenstückchen aufs Beste.

Am Morgen des nächsten Tages (14. Juni) sträubt die Maus hochgradig das Fell, hält immerwährend die Augen geschlossen und reagirt nicht mehr auf starke Geräusche (Anklopfen gegen das Glas).

15. Juni. Die Augen sind durch reichliches, weisses Conjunctivalsecret verklebt. Das Thier hält den Kopf auf den Boden niedergedrückt und macht

von Zeit zu Zeit mit dem Rumpfe matte, krampfhafte Bewegungen, offenbar wegen Schmerzhaftigkeit des Abdomens. Die Athemzüge sind langsam, nicht sehr tief. Das Thier versuchte zu fressen, doch steht es davon wieder ab.

16. Juni. Die Kopfhaut und Gesichtshaut ist stark geröthet und struppig wegen der starken Schwellung. Das Conjunctivalsecret sehr reichlich. Tod während der Nacht.

Sectionsbefund: Die Kopfhaut ist stark ödematös, aber nicht mehr geröthet: die Augen mit eitrigem Secrete bedeckt. — Das Abdomen etwas aufgetrieben; die Sercsa der Darmschlingen mit zähen, schmierigen, gelbweisslichen Massen bedeckt; das Peritoneum deutlich injicirt und mit zarten Beschlägen bedeckt. — Milz vergrössert. — Lungen mit pneumonischen Inseln. Zarte, pleuritische Bindegewebsspangen verbinden die beiden injicirten, stark glänzenden Pleurablätter. — Herzmuskel, Leber und Niere ausser hochgradiger Anämie normal.

In Herzblut, Milz, Niere und peritonischen Massen sind die Erysipelmikrococcen ausschliesslich nachweisbar.

6. Intraabdominale Application der Culturen bei Kaninchen.

1. Versuch.

Einem 1280 g schweren, grauen Kaninchen wurden unter Chloroformnarkose 4 Theilstriche einer Pravaz'schen Spritze von einer in 1,3 ccm Bouillon aufgeschwemmten, am Ende ihrer Entwickelung befindlichen Cultur in die Bauchhöhle injicirt.

Nach 2 Tagen zeigte das Kaninchen Empfindlichkeit des Abdomens. Die Stichstelle war mit trockenem, rothbraunem Schorfe bedeckt und verhielt sich völlig reactionslos (auch kein von ihr ausgehendes Erysipel der Bauchdecken vorhanden). — Bis zum 4. und 5. Tage steigerte sich die Empfindlichkeit derart, dass das Thier mehrmals aufschrie, wie der Diener mittheilte. An der Bauchhaut kein Erysipel. Abdomen stark aufgetrieben; Koth des Thieres nicht mehr geformt, sondern weich.

Am 9. Tage nahm die Auftreibung des Abdomens ab. Schmerzhaftigkeit noch vorhanden, ebenfalls weicher Koth.

Am 10. und 11. verschwand die Blähung vollständig; Kothentleerung wieder normal, Schmerzhaftigkeit vorüber.

Das Thier blieb noch sehr ängstlich, hatte sich in den letzten Tagen sichtlich erholt, so dass es am 14. Tage nach der Infection 1286 g wog, also eher an Körpergewicht gewann als verlor.

2. Versuch.

Am 30. März wurde ein mittelgrosses Kaninchen von gelblicher Farbe mit Erysipel inficirt, indem ihm in die Peritonealhöhle $1^{1}/_{4}$ Erysipelculturen (von fast 4 wöchentlichem Alter) in Chloroformnarkose injicirt wurden. Nach 2 Tagen war eine sehr geringgradige, derbe Infiltration unter den Bauchdecken zu fühlen, welche am andern Tage bereits verschwand.

Das Thier war wieder völlig gesund, bekam aber am 8. April leichte Schwellung des Fussgelenkes am hintern rechten Lauf, welche sich rasch wieder verlor.

Alsdann blieb das Thier stets gesund.

3. Versuch.

Einem mittelgrossen, lichtgelben Kaninchen wird in Chloroformnarkose unter streng antiseptischen Cautelen das Peritoneum blossgelegt und mittels sterilisirter Pincette zerquetscht und zerrissen, hernach auf die Peritonealwunde eine Aufschwemmung von 2, allerdings 4 Wochen alten Erysipelculturen so darüber gegossen, dass die abfliessende Pilzsuspension im Cavum peritonei sich sammelte. Die Bauchdecken wurden durch eine tiefe und eine oberflächliche Naht vereinigt und die Operationsstelle zum Schlusse noch mit Sublimat desinficirt.

Zeit des Versuches 30. März 2 Uhr.

Gegen Abend des nächsten Tages ist an der Operationsstelle eine unter den Bauchdecken der verletzten Stelle des Peritoneum entsprechende, leichte Resistenz fühlbar, welche sich gleichfalls wie im vorigen Versuche bald, d. h. am 1. April verlor. Vorübergehend zeigten sich die Wundränder etwas geschwellt und leicht geröthet; aber auch dies verschwand in 2 Tagen.

Das Thier blieb ebenfalls, ohne weiter zu erkranken, gesund.

4. Versuch.

Einem sehr kräftigen, grauen, weiblichen Kaninchen werden in Chloroformnarkose mit Beobachtung aller bacteriologischen und antiseptischen Cautelen die Bauchhaut durchschnitten und zurückpräparirt, sodann das Muskellager sammt dem Peritoneum mit gewechselten Instrumenten durchtrennt, so dass Uterus und Darmschlingen frei zu Tage lagen. Nun wurde das Peritoneum rechterseits mittels sterilisirten Pincetten etwas verletzt und darauf die 5 ccm betragende Pilzsuspensionsflüssigkeit von 3 Culturen mit 5 tägiger Entwickelungsdauer gegeben, von der 1 Pravaz'sche Spritze linkerseits von innen unter das Peritoneum injicirt worden war, so dass das Peritoneum sich kugelig nach innen vorwölbte. Zeit des Versuches 12. Mai.

Abends 8 Uhr war das Thier schon sehr matt und zeigte ausgesprochene Neigung, sich auf die rechte Seite zu legen. Reichliche diarrhoische Kothentleerungen.

13. Mai. Das Kaninchen lag am Morgen todt im Käfig.

Die Section, welche erst nach 6—7 Stunden vorgenommen werden konnte, ergab folgendes:

Die Operationswunde war leicht verklebt. Darüber nur sehr spärliches, wässerig-blutiges Wundsecret. Die Wundränder und deren Umgebung ohne alle Schwellung und Röthung. Keine Nachblutung vorhanden. — In der Abdominalhöhle war keine Flüssigkeit vorhanden, und es musste daher schon innerhalb der kurzen Frist die injicirte Flüssigkeit vollständig zur Resorption gelangt sein. Dagegen fand sich ein ganz geringer, schmieriger Belag auf dem stellenweise injicirten und saftig glänzenden Peritoneum vor. — Die Darmschlingen (besonders das Colon) waren stark injicirt und aufgebläht und enthielten ganz dünnflüssige Massen. Die Schleimhaut war zum Theil zerstört. Schwellung der Peyer'schen Plaques. — Magen enorm mit Gasen gespannt und ausgedehnt. Schleimhaut blass. — Die Nieren ausser geringfügiger Stauung normal. — Leber sehr anämisch, gelblich-braun gefärbt, von äusserst mürber, matscher d. h. fast zerfliesslicher Consistenz. — Die Milz

besonders im Dickendurchmesser vergrössert, die Kapsel getrübt, doch ohne Auflagerungen. Das Gewebe ist blutreich, dunkelbraunroth und von breiiger Consistenz. — In der Pleurahöhle geringes, trübseröses Exsudat, welches nur ganz geringe Spuren von Blutbeimengung erkennen liess. Die Pleuren (besonders die Zwerchfellspleura) zeigen etwas Gefässinjection, sind sonst glatt. — Die Lungen von fleischrother Farbe zeigen dunkelbraunroth durch die Pleura durchschimmernde Inseln, die auf dem Durchschnitt fast luftleer, blut- und saftreich und stark infiltrirt sind. Diese offenbar lobulär-pneumonischen Herde fanden sich vorzugsweise in den unteren Partien der Lunge. An den oberen Theilen und zwar besonders an den Rändern hochgradiges Emphysem. — Das rechte Herz prall mit Blutmassen gefüllt.

Von Peritoneum-, Leber-, Milz- und Nierenstückchen und ebenso von Herzblut wurden Plattenculturen angelegt. Ueberall keimten in besonderer Ueppigkeit die Erysipelcolonien, nur die Platte mit dem Peritoneumstückchen blieb völlig steril.

Trotz der 6 Stunden, die das Thier gelegen hatte, war ein Aufgehen von Erysipel in Reinzucht bemerkbar; kein einziger fremder Keim kam zur Entwickelung.

7. Uebertragungsversuche auf weisse Ratten.

1. Versuch.

16 Januar 1886 mittags 3½ Uhr. In Chloroform-Narkose werden einer grossen, weissen Ratte von einer Erysipelcoccenaufschwemmung 10 Theilstriche einer grossen, 2 ccm fassenden Injectionsspritze subcutan unter die linke Rückenhaut eingespritzt.

Das Thier, welches sich alsbald von der Chloroform-Narkose erholt hatte, zeigte sich bereits am nächsten Morgen erkrankt. Es sträubte mässig das Fell und verhielt sich ruhig in seinem Käfige. Von der Impfstelle ausgehend lässt sich leichte, erysipelatöse Schwellung und Röthung (nach vorne und ventralwärts sich ausdehnend) erkennen.

Am folgenden Tage, 18. Januar, wandert das Erysipel mit scharfer Abgrenzung weiter vorwärts; nur bietet die Röthung einen leichten Schimmer ins Livide. Abnahme der Röthung an der Injectionsstelle.

Am 19. Januar ist die Scapsula erreicht, so dass fast die gesammte Rückenhaut der linken Seite erysipelatös afficirt erscheint.

Der Process bleibt nun die nächsten 2 Tage in gleicher Intensität und Ausdehnung bestehen und bildet sich dann rapid zurück. Das Thier, welches auf der Höhe des Erysipelprocesses sich absolut still und bewegungslos verhielt und fast nichts mehr frass, wird wieder etwas munter und gefrässig.

Am 24. Januar vollständige Heilung ad integrum.

Gleichwohl zeigte das Thier am 25. Januar wieder verminderte Fresslust, geringere Munterkeit und struppiges Fell. Dem entsprechend wurde eine deutliche Schwellung der Kopfhaut und eine unverkennbare Injection der Ohrgefässe bemerkt.

Am nächsten Tage, 26. Januar, Rückgang des Processes.

Am 27. Januar war die Ratte wieder vollkommen genesen.

Nun gebar das Thier in der Nacht zwischen dem 30. und 31. Januar vier kräftige Junge. Am Morgen zeigte sich an der früher anscheinend gut verheilten Injectionsstelle wieder eine kuglige Hervorwölbung der Haut von ungefähr Haselnussgrösse. Der Abscess, welcher sehr bald Fluctuation zeigte, brach unvorhergesehen früh auf, so dass eine bacteriologische Untersuchung des Eiters unmöglich war.

Heilung am 5. Februar 1886.

2. Versuch.

8. Juni 1886. Einer chloroformirten, weissen Ratte wurde sowohl auf der rechten, wie auf der linken Seite je 1 Theilstrich der Koch'schen Spritze subcutan in die Bauchhaut, ferner ein dritter Theilstrich frei in die Abdominalhöhle injicirt. Die Pilzaufschwemmung war durch Aufschütteln einer eben fertig entwickelten Cultur 18. Gen. in 3 ccm hergestellt worden.

Die Ratte erwacht sehr bald nach Vollendung der Operation aus der Narkose.

9. Juni. Das Thier zeigt ausser der localen Affection der Haut noch keine Krankheitssymptome, ist noch frisch und munter und sehr gefrässig. Was die Localaffection anbelangt, so hat sich um jede der beiden subcutanen Impfstellen ein geschwellter und gerötheter Hof von ungefähr Zehnpfennigstück-Grösse gebildet.

10. Juni. Um die Infectionswunden sind die erysipelatösen Höfe zurückgebildet; dagegen schreitet die Schwellung mit leicht rosiger Röthung nach vorne. Allgemeinbefinden des Thieres noch gut, nicht gestört. Abends jedoch zeigt die Ratte etwas gesträubtes Fell.

11. Juni. Das Thier ist deutlich krank, sitzt ruhig in seinem Käfige mit stark gesträubtem Felle. Fresslust noch vorhanden. Die Affection der Bauchhaut ist überall fast ganz zurückgegangen.

12. Juni. Das Thier ist wieder beweglicher und beginnt wieder zu fressen.

In den nächsten Tagen erholte sich die Ratte wieder und blieb am Leben.

3. Versuch.

Von einer pepton- und kochsalzhaltigen Rinderbouillon-Reincultur (16. Gen.), welche 22 Stunden lang bei 35° C. ihrer Entwickelung überlassen war, wurden 2 Theilstriche einer mit Chloroform betäubten, weissen Ratte intraabdominell applicirt. Zeit des Versuches: 5. Juni 1886 nachmittags 5 Uhr. Die Ratte erholt sich allmählich aus der Narkose.

6. Juni. Um die Einstichstelle ein kleiner Hof entzündlicher Röthe und Schwellung (zwanzigpfennigstückgross). Das Thier ist bis gegen Mittag schwer erkrankt, sträubt das Fell und hält sich zusammengekauert ruhig in einer Ecke des Käfigs. Es zeigt ferner Unsicherheit in seinen Bewegungen, wenn es hierzu genöthigt wird. Diese ist augenscheinlich durch Schmerzen im Rumpfe (Abdomen) bedingt.

7. Juni. Die Schwellung um den Impfstich ist zurückgegangen, ist dafür aber mit heller Röthe nach vorne vorgerückt; sonst status idem.

8. Juni. Das Thier scheint schwerer krank als gestern; es verhält sich stets ruhig mit eingezogenem Kopfe zusammengekauert und ist ohne Fresslust.

9. Juni. Der Krankheitszustand des Thieres hat sich wesentlich gebessert. Die Ratte frisst wieder und sträubt in geringerem Maasse das Fell.

Das Thier genas und blieb gesund.

4. Versuch.

Am 16. Januar wurde an einer kräftigen, gesunden Ratte eine intrathoracische Injection von Erysipelculturen ausgeführt. Zu dem Zwecke wurde eine vollständig entwickelte Erysipel-Bouilloncultur in ca. 1,5 ccm Bouillon aufgeschwemmt, und von dieser Suspension 7 Theilstriche einer grossen, d. h. in 20 Theile abgetheilten Injectionsspritze in die rechte Lunge injicirt.

Das Thier erwacht allmählich aus der Chloroformnarkose und zeigt anfänglich leicht dyspnoische Erscheinungen. Nach 5 Stunden ist die Athmung wieder ganz normal und das Thier wieder in vollem Wohlbefinden.

Am nächsten und übernächsten Tag ist das Thier völlig gesund, ebenso am dritten Tag. Athmung normal. Erst am 4. Tage nach der Impfung (20. Januar) sass das Thier mit struppigem Fell ruhig und bewegungslos im Käfig und suchte seinen Kopf zu verbergen. Das Thier war also erkrankt, wenn gleich die Impfstelle reactionslos blieb und von ihr aus sich kein Erysipel am Thorax entwickelte.

Am nächsten Morgen (21. Januar) war das Thier sehr matt und schwach, und es stellten sich Anzeichen erschwerter Athmung ein.

Am 22. und 23. Januar war die Ratte zweifellos auf das heftigste afficirt. Die stark erschwerte Athmung war sehr forcirt und krampfhaft und geschah mit Zuhilfenahme aller Muskelgruppen des Rumpfes, die bei sehr angestrengter Athmung mit thätig sein können. Das Thier machte sehr träge Bewegungen, hierzu gezwungen, und versuchte, etwas vom dargereichten Milchbrode zu fressen.

24. Januar. Athmung exquisit abdominell; der Thorax fast ganz ruhig gestellt.

In den folgenden 3 Tagen dauerten die Krankheitssymptome mit gering gesteigerter Intensität an. Das Thier wurde apathisch und reagirte nicht mehr auf Kneiffen oder leichtes Anstossen.

28. Januar rang das Thier mit grosser Mühe nach Athem und starb im Verlaufe des Vormittags unter den Erscheinungen höchster Dyspnoee.

Sectionsbefund: Bei der Obduction zeigt sich das Peritoneum saftig glänzend und stellenweise in der Ausdehnung von Zwanzigpfennigstück-Grösse ockergelb gefärbt. Die Serosa der Gedärme ist von Bauchhöhlenflüssigkeit ziemlich feucht. — Duodenum und Ileum zeigen schöne, gleichmässige Rosaröthung neben Injection der Blutgefässe. — Magen ziemlich aufgetrieben — Leber ist sehr blutreich, zeigt besonders stellenweise stark hyperämische Bezirke (hämorrhagische Infiltration?). — Nieren ebenfalls hyperämisch, von weicher, brüchiger Consistenz. — Milz ist klein und zeigt geringen Blutgehalt. — Bei Eröffnung der Brusthöhle eweist sich der Herzbeutel mit der vorderen Thoraxwand, die Zwerchfellfläche der linken Lungenpleura in der ganzen Ausdehnung mit dem Zwerchfell verwachsen.

Pleura der linken Lunge stark verdickt und in der ganzen Fläche mit dem Thorax verwachsen (Pleuritis fibrinosa). Die Verdickung der Lungenpleura betrug mindestens 2—3 mm. Die derben Bindegewebsschwarten von

grau-gelblich-weisser Farbe hüllten die Lungen in ihrem ganzen Umfange ein und comprimirten das Gewebe derselben; daher verminderter Luftgehalt der linken Lunge. Gewebe geringgradig hepatisirt, leicht zerreisslich.

Rechte Lunge zeigt grösseren Luftgehalt als die linke und grauröthliche Farbe. Im Pleurasacke etwas blutig-seröse Flüssigkeit angesammelt. Die Pleura ist mit der Thoraxwand durch zähe, dünne Bindegewebsspangen verwachsen.

Die Injectionsstelle in der Lunge ist vollständig geheilt, so zwar, dass man glauben möchte, es sei die Erysipelcoccensuspension nur in die Pleurahöhle injicirt worden. Auch am Thorax ist die Injectionsstelle nicht mehr aufzufinden.

Das ganze Herz ist dicht von derben, grau-gelblichen, fibrinösen Auflagerungen eingeschlossen. Das Perikard stellt eine stark verdickte Schwarte um das Herz dar. An der Abgangsstelle der Aorta nach innen zu findet sich zwischen den aufgelagerten Membranen eine ungefähr erbsengrosse Höhle, welche mit klarer, schwach-gelblich gefärbter Flüssigkeit gefüllt ist (Pericarditis fibrinosa, exsudativa). Das Myokard ist weich und blass, das Herz fast blutleer; dagegen finden sich im Arcus aortae dunkle, feste Blutgerinnsel.

Nach Aufmeisselung des Schädeldaches sieht man eine beträchtliche Injection der Blutgefässe der Hirnhäute. Gehirnsubstanz anämisch, weich, fast zerfliessend.

Im Deckglaspräparat die Kettenmikrococcen im pleuritischen Exsudate nachweisbar; daher auch reichliche Entwickelung von Erysipel in Reinzucht in den Culturen vom pleuritischen Exsudate; auf den Lungenculturen fast nur Erysipelcolonien, aber auch einige fremde Colonien anisodiametrischer Form mit ausgesprochenem Lamellensystem und dunkelbrauner Farbe (Bacillen).

Auf den Plattenculturen der übrigen Organe keimte Erysipel nicht oder in sehr spärlicher Zahl. Die Platten blieben meist steril.

8. Uebertragungsversuche auf Meerschweinchen.

1. Versuch.

Von einer in 1,3 ccm Bouillon aufgeschwemmten Cultur werden einem erwachsenen Meerschweinchen 8 Theilstriche unter die rechte Rückenhaut subcutan injicirt. Es entstand an den beiden nächsten Tagen kaum eine Röthung und Schwellung; 10 Tage nach dem Versuche wird das Thier getödtet.

Die Organe boten keine besonderen Veränderungen.

2. Versuch.

Einem Meerschweinchen wird eine ganze Pravaz'sche Spritze einer Reinculturanfschwemmung durch subcutane Injection beigebracht. Es entsteht auch bei diesem Versuche kaum Röthung und Schwellung.

Heilung am 3. Tage.

3. Versuch.

Einem weisshaarigen Meerschweinchen wird eine ganze in 0,9 ccm Bouillon aufgeschwemmte Erysipelreincultur in die rechte Lunge injicirt (11. Januar 1886).

Das Thier zeigt weder unmittelbar nach der Infection noch in den nächsten Tagen Athembeschwerden, sondern es bleibt stets gesund (über 3 Wochen Beobachtungsdauer).

4. Versuch.

Injection einer Erysipelcultur in die unverletzte Vagina nach normaler Geburt.

14 Stunden nach der Geburt von zwei kräftigen Jungen werden einem Meerschweinchen 2½ Erysipelculturen in die Scheide, ohne sie zu verletzen, eingespritzt. Das Thier hielt gut die Pilzaufschwemmung, so dass zweifellos dieselbe in die Uterushöhle gelangt sein musste.

Das Thier aber erkrankte in keiner Weise mit Ausnahme eines leichten, vorübergehenden Unbehagens, welches sich in leichtem Sträuben des Felles ausdrückte. Die Fresslust nahm niemals ab.

(Beobachtungszeit: 5 Wochen).

9. Verimpfung der Culturen auf Schleimhäute bei Kaninchen.

1. Versuch.

Versuch von Impfung auf die Mundschleimhaut des Kaninchens.

Am 2. Februar 1886 wird mittags 2 Uhr einem kräftigen Kaninchen in Chloroform-Narkose eine halbe in 0,9 ccm Flüssigkeit aufgeschwemmte Erysipelcultur in die rechte Backenschleimhaut injicirt.

Am Morgen des nächsten Tages (16 Stunden post infect.) war bereits der Kopf des Thieres durch hochgradige Schwellung der rechten Backe sehr unförmlich geworden.

Die Schleimhaut der Backe ist lebhaft geröthet und deutlich geschwellt, selbst die äussere, behaarte Haut ist hochgradig geröthet.

Bis zum Ende des 3. Tages steigert sich Röthe und Schwellung. Die Schleimhaut, namentlich an der Lippe nahm dabei intensive, dunkelrothe Farbe an, während die Schleimhaut der gegenüberliegenden Backe fast anämisch aussah.

Das Thier hatte niemals seine Munterkeit und Fresslust verloren und genas in den nächsten beiden Tagen vollständig.

2. Versuch.

Application auf die Genitalschleimhaut.

Ein kräftiges graues Kaninchen hatte gegen 6 Uhr früh am 11. Februar 1886 fünf Junge geworfen. Nachmittags 3 Uhr werden in der Vaginalschleimhaut leichte Verletzungen gesetzt, indem nach gründlicher Reinigung der äusseren Genitalien mit 2‰ Sublimat mittels geglühten Platinhäkchens kleine Schleimhautfalten aufgehoben und durchrissen wurden, und eine Erysipelcultur in die Vagina eingespült. (Das Thier behielt die Flüssigkeit nicht gut in der Vagina.) Gewicht des Thieres 3501 g, Temperatur vor dem Versuche 39,1°; Temperatur abends 39,3° C.

12. Februar. Die äusseren Genitalien hochgradig geschwellt; auch helle Röthe vorhanden. Schmerzhaftigkeit in den geschwellten Partien (Zusammenzucken bei Betastung).

Aus den Genitalien tritt etwas schleimiger, glasiger Ausfluss, dem keine Spuren von Blut beigemengt sind. Temperatur 39,6—40,0° C.

13. Februar hatte die ödematöse Geschwulst die Grösse eines kleinen Apfels erreicht, nahm vorzüglich die Dammgegend und das linke Labium ein und zeigte ziemlich scharfe Grenzen. Auch die Schleimhaut der Vagina war sehr stark und lebhaft injicirt und derb infiltrirt.

Nachdem (am Morgen) der Process diese Höhe erreicht hatte, sieht man ein jähes Abfallen des Fiebers. Temperatur 38,3—37,9° C.

Es nimmt der Process am nächsten Tage (14. Februar) nicht mehr zu trotz Temperatursteigerung (Mittags auf 39,6).

16. Februar ging das Erysipel in Genesung aus bei vollständiger Rückbildung ad integrum.

Die harte Infiltration der Vaginalschleimhaut verschwand, und das Oedem der äusseren Genitalien verlor sich Hand in Hand mit der Röthe.

II. Uebertragung der Culturen aus Fall IV.

1. Versuch.

Einer weissen Maus werden 7 Theilstriche einer Kulturaufschwemmung in 1 ccm unter die Rückenhaut an der Schwanzwurzel injicirt. Zeit des Versuches 9. Mai 1886 10 Uhr vormittags.

Nach 3 Stunden war das Thier noch ganz wohl und frass mit sichtlichem Appetit an einem dargereichten Fleischstückchen. Gegen Abend aber erschien es traurig und wurde des andern Tages um 7¼ Uhr todt im Käfig aufgefunden.

Bei der Section, welche sofort vorgenommen wurde, fand sich das subcutane Gewebe der ganzen Rücken- und Bauchhaut von einem serös-sulzigen Exsudat infiltrirt, die Blutgefässe dabei stark gefüllt. — Das Peritoneum war leicht ockergelb gefärbt und mässig injicirt. Auf den Gedärmen lagen geringe Mengen weiss-gelblichen Belages. Die Darmschlingen selbst zeigten ziemliche, fast starke Injection und boten Meteorismus. — Milz besass breiige Consistenz, grossen Blutgehalt und dunkelbläuliche Färbung, mass in der Länge etwas mehr als 2 cm, in der Dicke 2½—3 mm. — Leber war sehr anämisch und brüchig. — Nieren waren blass und zeigten röthliche Streifung. — Pleuren etwas injicirt; Lungen von fleischrother Farbe. — Herz enthält sehr wenig locker geronnenes Blut.

Auf den Platten von Milz und Leber werden zahlreich die typischen Erysipelcolonien in Reinzucht erhalten. Die Platte mit ganz geringen Spuren von Herzblut bleibt steril.

2. und 3. Versuch.

2 weisse Mäuse erhielten von einer Cultur 5. Gen., welche in 1,0 ccm Bouillon aufgeschwemmt wurde, 5 und 4 Theilstriche unter die Rückenhaut.

Des andern Tages tritt bei der einen Maus Verklebung der Augenlider durch weissliches Conjunctivalsecret auf. Im übrigen zeigt sich bei beiden Thieren eine deutliche Schwellung und leicht livide Röthung, nach vorne sich verbreitend.

Am 4. Tage ist bei der einen Maus Schwellung und hochgradig struppiges Aussehen der Kopfhaut vorhanden. Der Kopf wird in der charakteristischen Weise gegen den Boden niedergedrückt.

Am 5. bzw. 6. Tage Tod der Mäuse.

Die Sectionsbefunde waren fast ganz übereinstimmend; starke Abmagerung des Thieres. Oedem, über die ganze Rückenhaut verbreitet; die inneren Organe waren sämmtlich durch starke Anämie ausgezeichnet und durch verminderte Consistenz; Milz sehr geschwollen.

Im Deckglaspräparat des subcutanen Oedems sind zahlreiche Doppel- und Kettenmikrococcen nachweisbar.

Die Culturversuche aus Herzblut und Milz ergaben die Erysipelmikrococcen.

4. Versuch.

An der linken Ohrspitze gelangt eine aus dem Herzblut, an der rechten eine aus Lippenhaut reingezüchtete Cultur zur Verimpfung und zwar überall 2 Theilstriche. An beiden Ohren trat am Abend des nächsten Tages von den Impfstichen ausgehend eine leichte Schwellung und Röthung mit scharfer Begrenzung auf. Während diese Affection scharf begrenzt schrittweise bis gegen die Ohrwurzel sich ausbreitet und weiter kriecht, blassen die Impfstellen an der Ohrspitze wieder ab. Die Ohren sind heiss, die Gefässe derselben stark dilatirt und auf einer Seite die Lymphdrüsen der Ohrwurzel geschwellt; die Röthung bleibt stets bei durchfallendem Lichte hellroth.

Am 5. Tage ist die Ohrwurzel fast erreicht; das Erysipel macht Halt und bildet sich bis zum 8. Versuchstage vollständig zurück.

III. Uebertragung der Culturen aus Fall I.

Es wurden 2 Mäuse mit den Culturen 2. und 5. Gen. subcutan inficirt.

Die Thiere wurden am 2. Tage bereits krank und drückten den Kopf, gegen die Brust angezogen, gegen den Boden nieder. Sie starben am 4. bzw. 5. Tage.

Die Sectionsbefunde waren mit den bei den früheren Versuchen ausführlich angegebenen Sectionsprotokollen völlig übereinstimmend (Abmagerung; subcutanes, ausgebreitetes Oedem; Milztumor und starke Anämie).

Sodann wurde noch das linke Ohr eines Kaninchens geimpft. Von den Impfstellen aus entwickelte sich am übernächsten Tage leichte Schwellung und rosige Röthung, welche mit scharfer Begrenzung weiterschreitend die Ohrwurzel am 6. Tage erreichte, um noch etwas auf die Nackenhaut überzugehen. Erhöhte Temperatur des Ohres und Dilatation der Blutgefässe. Gegen das Licht gehalten zeigte sich das Ohr stets hellroth. Bis zum 9. Tage Rückbildung ad integrum unter leichter Epidermisabschuppung.

Versuchsergebnisse.

Ein Ueberblick auf die Infectionsversuche mit den Erysipelreinculturen ergibt, dass sämmtliche Versuchsthiere mit Ausnahme der nicht oder äusserst wenig empfänglichen Meerschweinchen

entweder mit einem Erysipel der Haut und der Schleimhäute oder mit einer tödlichen Allgemeinerkrankung antworteten. Die Erscheinungen, welche die Thiere boten, waren im ganzen und grossen der Erysipelerkrankung beim Menschen durchaus ähnlich.

Auf die Thierversuche, welche Löffler [1]), Krause [2]), Rosenbach [3]), Fränkel [4]), Passet [5]) und Neumann [6]), welch letzterer übrigens eine sehr genaue und gewissenhafte Zusammenstellung der von den verschiedenen Forschern mit ihren Reinculturen kettenbildender Coccen erhaltenen Versuchsresultate gab, unternahmen, hier näher einzugehen, ist bei dem ohnehin so grossen Umfange der Arbeit nicht gestattet, und ich verweise nur auf die betreffenden Arbeiten.

1. Kaninchen.

Mochte die Infection mit den Erysipelculturen subcutan oder auf Schleimhäuten geschehen, die Thiere erkrankten regelmässig in mehr oder minder heftiger Weise; doch blieben bei Kaninchen die Krankheitserscheinungen hauptsächlich auf den localen Infectionsherd beschränkt; das Allgemeinbefinden der Thiere war, wenn man von den Fiebertemperaturen absieht, nicht wesentlich gestört, ausser es war eine Injection in die Blutbahn vorgenommen. In diesem Falle verloren sie ihre Munterkeit, blieben ruhig im Käfige sitzen und machten sehr träge Bewegungsversuche, wenn sie hierzu gezwungen wurden. Eine Abnahme der Fresslust trat sehr spät auf und war dann ein Zeichen dafür, dass der Versuch in Bälde mit dem Tode des Thieres unter starker Abmagerung endete. Typisch war das Auftreten von eitriger Synovitis, welche bald alle Gelenke, bald das eine oder andere Gelenk ergriff; dabei konnte sich der Process im Anschluss an die Gelenksentzündung in die Sehnenscheiden hinein fortsetzen. Dieses constante Auf-

---

1) Mittheilungen aus dem kais. Gesundheitsamte Bd. 2. Untersuchung über die Mikroorganismen bei Diphtherie.

2) Berliner klin. Wochenschrift 1884 Nr. 43.

3) Wundinfectionskrankheiten des Menschen. Wiesbaden 1884.

4) Deutsche medicin. Wochenschrift 1884 Nr. 14.

5) Aetiologie der eitrigen Phlegmone des Menschen. Berlin 1885.

6) Berliner klin. Wochenschrift 1886 S. 420.

treten eitriger Entzündungen bei Einbringung der Erysipelmikrococcen in die Blutbahn des Kaninchenkörpers liefert einen einwurfsfreien Beweis dafür, dass unsere Organismen wirklich pyogene Eigenschaften anzunehmen vermögen, wie es ja auch Fehleisen selbst zugesteht. Interessant ist dieses Versuchsresultat noch insofern, als auch bei oder nach einem Erysipel, bei Puerperalfieber etc. nicht allzu selten solche Exsudationen in das Gelenk stattfinden — offenbar eine Folge der Ansiedelung von Erysipelmikrococcen.

Ueberlebten jedoch die Thiere die Infection, so zeigte sich niemals eine Verminderung der Fresslust, während die Munterkeit manchmal getrübt erschien.

Die Thiere magerten während ihres Krankseins gewöhnlich mehr oder minder hochgradig ab, erholten sich aber nach dem Ablaufe der Affection stets rasch und zwar in äusserst kurzer Frist, so dass man sogar in der Lage war, nach dem Versuche eine Zunahme des Körpergewichtes zu constatiren.

Bei cutaner Application bekamen die Kaninchen die ausgesprochensten Ohrerysipele in einer progredienten, scharf begrenzten Röthung, welche sich mit leichter Schwellung verbinden konnte. Nach einigen Tagen war die Ohrwurzel, woselbst die Lymphdrüsen mitunter anschwollen, erreicht, um dann Rückbildung und Heilung ad integrum mit Abschuppung von Epidermis folgen zu sehen.

Bei subcutaner Infection reagirten die Kaninchen mit unverkennbarer Röthung, welche sich mit leicht erhabener Schwellung vergesellschaftete. Der erysipelatöse Process war in den meisten Fällen nicht sehr scharf von der Umgebung abgegrenzt, wiewohl in vereinzelten Fällen dies zu constatiren war.

Manchmal sah man durch die subcutane Einverleibung grosse Oedeme, welche wie schlaffe Säcke über der Glutealgegend und den Oberschenkeln herabhingen, sich entwickeln. Röthung fehlte dann meist immer. Es handelte sich allerdings entweder um wiederholt mit Erysipelculturen inficirte Thiere oder um solche, welche bereits durch irgend einen Versuch geschwächt, ziemlich heruntergekommen waren. Dass diese Oedeme, ohne von Röthung begleitet

zu sein, erysipelatöser Natur waren, dürfte aus folgendem am Menschen beobachteten Falle hervorgehen. Roque d'Orbcastle (Gazette des Hôp. 1845) theilt nämlich mit, dass bei einer sehr chlorotischen Patientin nach mehrtägigem, allgemeinen Unwohlsein und unter Fiebertemperaturen allmählich ödematöse Schwellung der Stirne, Nase und Wangen auftrat, jedoch ohne Röthung der Haut. Das ohne Hautröthe verlaufende Erysipel nahm bullösen Charakter an, indem auf den Wangen mehrere mit serösem Inhalt gefüllte Bläschen sich bildeten. Es trug also hier, wie man sieht, offenbar die pathologische Blutbeschaffenheit die Schuld für das Ausbleiben der sonst so charakteristischen, erysipelatösen Hautröthung.

Wird die Infection von der Abdominalhöhle aus bei den Thieren vorgenommen, so fühlt man sich anfänglich von dem eigenthümlichen Verhalten des Peritoneum überrascht. Bei dem ersten Infectionsversuche war zwar ein Erkranken des Thieres erzielt; aber in beiden folgenden Fällen fiel das Resultat negativ aus; freilich waren hier ziemlich alte Culturen (von 4 Wochen) benutzt. Wurden jedoch, wie im 4. Versuche, grössere Mengen sich eben entwickelnder Culturen zur Infection verwendet, so trat nach rascher Resorption der pilzhaltigen Flüssigkeit und reichlichem Uebertreten der Bacterien in die Blutbahn, ebenso rasch der Tod des Thieres (nach 20—24 Stunden) unter heftigen Krankheitssymptomen von Seite des Darmtractus ein.

Wenn Gusserow bei seinen Versuchen nur geringe Mengen von Erysipelcoccen auf das Peritoneum mit oder ohne dessen Verletzung brachte und in seinen Versuchsresultaten einen Beweis gegen einen Zusammenhang zwischen Erysipel und Puerperalfieber erblicken zu dürfen glaubte, so waren doch 3 wichtige Momente zu berücksichtigen. Einmal: Sind die Verhältnisse, die beim Versuche sich darbieten, auch annähernd die gleichen, wie im menschlichen Körper? Nein, beim Thierversuche werden nur einmal mehr oder weniger Mengen von Erysipelcoccen auf das gesunde oder mit sterilisirten Instrumenten verletzte Peritoneum gesunder, kräftiger Kaninchen gebracht; sie müssen dann erst den Widerstand der Körperzellen überwinden, um durch Ver-

breitung in Lymphbahnen des Bauchfells Peritonitis etc. zu erzeugen. Bei den Wöchnerinnen dagegen werden von den Lymphgefässen des Uterus, des parametranen, paravaginalen Bindegewebes etc. aus stets neue Mikrococcenmassen nachgeschoben; zudem handelt es sich dabei um einen durch die Geburtsvorgänge und den Beginn der Krankheit geschwächten Organismus. Zweitens ist von Wichtigkeit: Ist das Thier bei diesem Uebertragungsmodus überhaupt empfänglich gegen die Einimpfung der Erysipelcoccen? Verhalten sich doch häufig die Thiere gegen die Infection auf dem einen Uebertragungsmodus refraktär, während sie bei einer anderen Applicationsmethode stets mit einer z. B. tödtlichen Erkrankung auf die Einverleibung derselben Bacterien antworten. Ein treffendes Beispiel hierfür bieten die Infectionsversuche mit den Typhusbacillen [1]). In dritter Linie kommt das Verhalten des Peritoneum selbst in Betracht, welches doch günstige Bedingungen für die Ansiedelung und Entwickelung der Erysipelcoccen darbieten muss, soll ein positives Ergebnis den Versuch krönen. Offenbar gibt das Peritoneum des Kaninchens keinen geeigneten Nährboden für die weitere Entwickelung der Coccen ab, und die Bacterien gehen zu Grunde; oder es treten bei genügenden Infectionsmengen die Pilze rasch in die Blutbahn über, und es folgt der Tod des Thieres, ohne dass nach der Einwanderung der Coccen in die Lymphgefässe des Peritoneum durch Verbreitung in denselben ein der menschlichen Peritonitis ähnlicher Process entstand. Aus den Versuchen erhellt in der That, dass das Peritoneum des Kaninchens eine geringe Disposition zum erysipelatösen Processe zeigt.

Bei Impfung auf Schleimhaut zeigte sich wie auf der äusseren Haut des Körpers lebhafte Röthung und Schwellung. Die Impfungen waren einmal auf der Schleimhaut der Backen ausgeführt, dann auf der Genitalschleimhaut eines Kaninchens, welches vorher geboren hatte. Dabei zeigten sich exquisite Fiebererscheinungen.

Die Kaninchen wurden also mit Ausnahme bei der Infection von Venen und von der Abdominalhöhle aus nicht erheblich in

---

1) Fränkel und Simond, Aetiologie des Typhus 1886.

ihrem Allgemeinbefinden gestört, aber local entstand eine mehr oder minder heftige Affection. Kein einziges der Thiere ging an den Folgen der Infection ein, und es mussten zum Zwecke der Untersuchung der inneren Organe die Thiere getödtet werden; und diese hatten die Krankheit bereits überstanden. Aus den Sectionsbefunden kann man entnehmen, wie wenig die inneren Organe verändert waren, wohl deshalb, weil die Thiere hauptsächlich bloss mit localer Erkrankung auf die Infection antworteten und die Pilze nie auf einmal in grösseren Massen in den Blutkreislauf gelangten; wiesen doch auch die inneren Organe keinen grossen Reichthum an Bacterien auf.

Die Temperaturverhältnisse führten bei den Kaninchen nicht zu einheitlichen Befunden. Jedoch fieberten im allgemeinen sämmtliche Thiere in den ersten 3—4 Tagen. Die Fieberhöhe war eine verschiedene, bald höher, bald geringer. Nur ein Versuchsthier (Impfung auf die Genitalschleimhaut des Kaninchens) bot in der Fiebercurve einige Aehnlichkeit zu der dem menschlichen Erysipel eigenthümlichen Temperaturcurve.

Was nun die anatomischen Befunde betrifft, welche sich bei der Section der Versuchsthiere ergaben, so fand man bei den subcutan inficirten, meist durch Chloroform getödteten Kaninchen ausser Anämie keine besonderen Veränderungen in den inneren Organen. Bei einem Kaninchen, welches eine grosse Dosis erhalten hatte (Kaninchen VI, subcut. Infect.), zeigte sich eine leichte Peritonitis in Form eines serösen Bauchhöhlenexsudates. Einmal (Kaninchen VII, subcut. Infect.) wurde auch ein geringes, perikardiales Exsudat beobachtet. Oefter aber fand man sulzige Infiltration an den Genitalorganen, besonders der Serosa des Uterus und dessen Umgebung.

Jedoch wären diese pathologischen Veränderungen ohne Tödtung der Thiere entgangen, da die Thiere nicht gestorben wären.

2. Mäuse.

Empfindlicher gegen Einverleibung der Erysipelcoccen als die Kaninchen sind die weissen Mäuse. Die Uebertragung der Culturen geschah in subcutaner und intraabdomineller Form.

Das Thier erkrankte regelmässig in hohem Grade, und es entstand immer eine allgemeine Infection, d. h. eine allgemeine Betheiligung der inneren Organe, indem die Mikroorganismen von der Operationsstelle aus in die Blutbahn gelangten. In keinem Falle überstanden die Thiere die Erkrankung, sondern gingen regelmässig, und zwar je nach den einverleibten Mikrococcenmengen, in 16 Stunden bis 7 Tagen nach entsprechend raschem oder protrahirten Krankheitsverlaufe zu Grunde.

Damit in Widerspruch stehen die Resultate der im Institute von Prof. Flügge vorgenommenen Untersuchungen, was mich zwang, die Krankheitsgeschichten sowie die Sectionsprotokolle mit grösster Genauigkeit ungeschmälert hier wiederzugeben. Die Erysipelcoccen sollten nach Flügge'schen Resultaten, »obgleich in grosser Menge injicirt, doch wirkungslos bei Mäusen bleiben, während dagegen der Streptococcus pyogenes in geringer Menge injicirt zwar auch nichts, aber in etwas grösserer Menge doch zuweilen Septikämie und Tod nach 2—3 Tagen herbeiführt«. Diese Versuchsresultate Flügge's weichen derart von den meinigen ab, dass Flügge offenbar nur alte, durch lange Generationen hindurch fortgezüchtete Culturen zu seinen Versuchen benützt haben musste, die wahrscheinlich schon seit geraumer Zeit nicht mehr den Thierkörper passirt und dadurch Einbusse an ihrer pathogenen Wirkung erlitten hatten.

Die Mäuse starben bei subcutaner Infection sämmtlich an Allgemeininfection. Ein constanter Befund war das meist hochgradige Oedem der Rückenhaut und niemals, selbst wenn die Wunde nässte, wurde Eiterung bemerkt. Milztumor war fast immer vorhanden, selbst schon nach 17 Stunden; die Consistenz der Milz war meist weich und brüchig. In einigen Fällen wurden intensive Darmerscheinungen beobachtet; es traten heftige Enteritiden auf, welche sogar zur Geschwürsbildung wie beim Menschen[1]) führte, während die Kaninchen gewöhnlich nur leichte Injection der Darmschlingen boten. Leber und Nieren waren im Zustande der trüben Schwellung und zeigten gewöhnlich Anämie, besonders

1) Petitbien Eugène, Des ulcerations intestinales dans l'erysipèle. Thèse. Paris. 4.

wenn die Erkrankung länger dauerte. Wenn streifige Verfärbung (2mal) in den Nieren beobachtet wurde, so ist dies nur durch Thrombose in den Nierengefässen und darauffolgende Nekrose (nicht Eiterung) zu erklären.

Sehr häufig wurde eine Betheiligung der serösen Häute gefunden, welche sich auf der Lungenpleura meist durch Injection und rein-seröse Exsudation oder Bildung zarter Bindegewebsspangen documentirte. Die Peritonitis äusserte sich gewöhnlich in Auflagerungen von weissen oder gelben, schmierigen Massen. Die Lungen der Thiere waren mit Ausnahme einiger rothbraunverfärbter lobulär pneumonischen Inseln gewöhnlich frei.

3. Meerschweinchen.

Die geringe Empfänglichkeit der Meerschweinchen constatirte schon Löffler mit seinen aus den Dyphtherieleichen reingezüchteten Erysipelmikrococcen. Die Thiere reagirten weder bei subcutaner Infection und Impfung auf die Genitalschleimhaut, noch bei Injection in die Lunge auf die Einverleibung der Erysipelcoccen.

Bei dem Lungenversuche hat man wieder Gelegenheit, von der Ungefährlichkeit dieses Infectionsmodus sich zu überzeugen. Die Erysipelbacterien sind gewiss thierpathogene Mikroorganismen; dies zeigen die Impfversuche am Kaninchen-Ohr, die subcutanen Uebertragungsversuche, vorzüglich an Mäusen etc. Wenn aber die betreffende Thierart für einen bestimmten Mikroorganismus nicht oder nur sehr wenig empfänglich ist, so können enorme Mengen desselben trotz seiner ausgesprochenen pathogenen Wirkung in die Lungen injicirt werden, ohne dass das Thier Schaden nimmt. Das Thier erkrankt nicht; die minimale Operationswunde der Hautdecken heilt unter trockenem Schorfe, das Thier bleibt gesund. Bei Tödtung des Thieres sieht man in der Lunge keineswegs Veränderungen, und man ist nicht wieder im Stande, den Stich weder auf der Pleura noch in der Lunge selbst aufzufinden. Man sieht, wie unbegründet die Vorwürfe sind, die Pfeiffer in Wiesbaden der Passet'schen Arbeit »Ueber die eitrige Phlegmone des Menschen« gemacht hat.

Ich selbst habe freilich nur wenig diesen Infectionsmodus in Anwendung gezogen, habe aber dennoch Gelegenheit gehabt, mich von seiner Ungefährlichkeit zu überzeugen.

4. Weisse Ratten.

Während das Peritoneum der weissen Ratten gleich den Kaninchen sich wenig empfänglich für die Einimpfung von Erysipelcoccen erwies, reagirt' die Haut derselben sehr prompt mit einer fortschreitenden, von Schwellung begleiteten, hellen Röthe. Zu sehr hübschem Resultate führte der Versuch von Injection in die Lunge. Im Leben zeigte die Ratte Symptome heftiger Dyspnoë, bei der Section in exquisiter Weise Pleuritis, Pericarditis und noch die Ueberbleibsel einer Pneumonie. Während die Ratte doch sonst durch sehr geringe Empfänglichkeit gegen Infectionen sich auszeichnet, so sind die Versuche mit den Erysipelmikrococcen an ihr um so merkwürdiger.

Es wurde also bei den inficirten Thieren, mochten sie der Infection erliegen oder nicht, Temperaturerhöhung um 1—2,5 ° C. gefunden, Schwellung und Röthung der Haut, Oedem der Schleimhäute, Verdauungsstörungen (flüssige Kothentleerungen), entzündliche und ulcerative Processe im Darmtractus, Milztumor, trübe Schwellung der Leber und Nieren, bei Injection in die Brusthöhle hochgradige Lungenveränderungen, Pleuritis, Perikarditis, ferner Peritonitis, auch eitrige Gelenksentzündung — all dies sind Erscheinungen, wie sie durchaus dem Befunde am menschlichen Krankenbette oder am Sectionstische entsprechen. Besonders bemerkenswerth wegen der grossen Aehnlichkeit mit der menschlichen Gesichtsrose ist, um etwas vorzugreifen, die aufgetretene hochgradige Schwellung der Kopf-, vorzüglich der Gesichtshaut beim Kaninchen, welches eine Cultur aus der Puerperalfieberleiche in die Lunge injicirt erhielt, und bei welchem sich unmöglich in der kurzen Zeit das Erysipel in continuo von der Infectionsstelle am Thorax bis zur Nasengegend ausgedehnt haben konnte, zumal da am Thorax kein Erysipel aufgetreten war.

Zieht man nun in Betracht, dass die Thiere spontan an Rothlauf nicht erkranken, geschweige daran zu Grunde gehen, so sind die Versuchsresultate um so werthvoller, weil trotz der geringen Empfänglichkeit der Versuchsthiere doch auf diesem oder jenem Infectionswege ein der menschlichen Affection durchaus ähnliches, pathologisches Bild geschaffen wurde, besonders wenn man erwägt, dass auch nicht bei jeder Erysipelerkrankung das menschliche Individuum von eitriger Gelenksentzündung, von Pleuritis, Peritonitis, von Endokarditis etc. befallen wird.

Dass eine Vermehrung der Bacterien im Körper des Versuchsthieres stattfand, geht aus der fortschreitenden Schwellung und Röthung und bei Mäusen aus der ausnahmslos erfolgenden Allgemeininfection hervor. Bei den Mäusen fand man, wiewohl manchmal sehr geringe Mengen von Erysipelcoccen zum Versuche verwendet waren, doch zahlreiche Coccen im subcutanen Oedem und in allen inneren Organen und im Herzblut. Um eine postmortale Wucherung konnte es sich nicht handeln, indem sofort nach dem Tode des Versuchsthieres (oder doch baldigst danach) die Section der Thiere, die Verimpfung der Organstückchen auf Gelatine vorgenommen wurde.

In aller Kürze möchte ich nur noch hervorheben, dass die Erysipelmikrococcen sich im Thierkörper lange Zeit zu halten vermögen, ein Umstand, der geeignet sein dürfte, auf die Entstehungsweise von Erysipelrecidiven einiges Licht fallen zu lassen.

Kurz zusammengefasst sind die hauptsächlichsten Resultate der Thierversuche folgende:

1. Ausser Mäusen ging kein Thier zu Grunde mit Ausnahme eines einzigen Kaninchens, welches eine ungeheure Dosis in's Abdomen erhielt, der intravenös inficirten Kaninchen und der Ratte mit Lungeninjection.
2. In je grösseren Mengen die Erysipelcoccen angewendet wurden, desto intensiver waren die Erscheinungen.
3. Bei Mäusen erfolgte stets eine tödtliche Allgemeininfection.
4. Meerschweinchen verhalten sich im allgemeinen gegen die Erysipelinfection refractär.

5. Die Ratten dagegen sind für Einverleibung von Erysipel empfänglich; erliegen aber derselben nicht.
6. Es gelang der Nachweis des Uebertrittes der Bacterien in die Blutbahn von der Haut aus bei subcutaner Application.
7. Es glückte, der menschlichen Erkrankung durchaus homologe Krankheitssymptome und pathologische Veränderungen bei den Versuchsthieren zu erzeugen.

Infectionsversuche mit Culturen puerperalen Erysipels.

I. Uebertragungsversuche mit den Culturen aus Fall VIII.

1. Versuch.

Eine weisse Maus erhielt unter die Rückenhaut an der Schwanzwurzel eine halbe Pravaz'sche Spritze von einer in 2 ccm Flüssigkeit hergestellten Culturaufschwemmung.

Versuchszeit 10. März 1886 mittags 4 Uhr.

Am nächsten Morgen schon war das Thier schwer erkrankt und starb noch um die Mittagszeit des gleichen Tages.

Obductionsbefund: Oedem der Rückenhaut infolge seröser Transsudation in's Unterhautzellgewebe. — Auf den Gedärmen, welche starke Injection zeigten, lag gelbliche, schleim-ähnliche Schmiere. — Milz stark vergrössert, blutreich. — Leber anämisch. — Nieren von normaler Consistenz, blass und blutleer. — Lungen augenscheinlich von normaler Beschaffenheit bis auf einige braunrot gefärbte, inselförmige Partieen. — Rechtes Herz mit reichlichen Cruor-Massen erfüllt.

Im Herzblut und sämmtlichen Organen werden durch die Cultur die Erysipelcoccen erhalten.

2. Versuch.

Es werden ungefähr 2 Theilstriche einer Erysipelculturaufschwemmung in 15 ccm Bouillon einer weissen Maus unter die linke Rückenhaut beigebracht (12. März 1886).

Die Maus erschien des andern Tages (13. März) schwer krank und zeigte Schwellung und Röthung der Rückenhaut bis zur Thoraxregion, wo sie ziemlich scharf begrenzt erschien, und starb am Morgen des folgenden Tages (14. März).

Bei der Section zeigte sich das Peritoneum ockergelb gefärbt. Die Gefässe desselben waren stark injicirt. Auf den Gedärmen gelblich-schmierige Masse. — Nieren von normaler Consistenz, sehr blass und blutleer; Saftgehalt normal. — Leber von weicher Consistenz, blutarm. — Milz anämisch, aber etwas vergrössert, saftreich; an einem Ende ein nicht ganz linsengrosser, frischer, dunkelblauroth auf dem Durchschnitte erscheinender Infarkt. — Lungen fleischroth, stark retrahirt. — Rechtes Herz mit dunklem Blutgerinnsel

erfüllt. — Die Erysipelcoccen aus allen Organen durch die Cultur reichlichst erhalten.

3. Versuch.

Die Maus erhält nicht ganz 2 Theilstriche einer in 2,3 ccm aufgeschwemmten Erysipelcultur unter die Rückenhaut (12. März 1886).

Am folgenden Tage (13. März) macht das Thier den Eindruck leichten Krankseins und zeigte leichte Schwellung der Rückenhaut mit schwacher Röthung.

14. März. Es nahm die Röthung und Schwellung über Nacht beträchtlich zu und erstreckte sich über die Rücken- und Brusthaut. Das Thier sträubte hochgradig das Fell und sass ruhig. Die Augen waren mit dickem, weisslichem Secrete verklebt.

Während des Nachmittags starb das Thier.

Bei der Obduction erscheint das Peritoneum ockergelb gefärbt. Auf den Gedärmen liegt gelbliche, schmierige Masse. — Leber voluminös, aber anämisch. — Milz im Dicken- und Längsdurchmesser leicht vergrössert. — Nieren blass und anämisch; doch sind die grösseren Blutgefässe auf dem Durchschnitt mit Blut gefüllt. — Pleura frei; Lunge fleischroth, verminderter Luftgehalt. Gewebe normal. — Rechter Vorhof mit Blutgerinnsel prall gefüllt.

Bei der Aussaat auf Gelatine ergeben Milz- und Nierenplatten üppige Reinculturen der injicirten Erysipelcoccen.

4. und 5. Versuch.

Es wurden noch 2 Mäuse subcutan inficirt und zwar mit gleichem Versuchsresultate. Es entwickelte sich fortschreitende Schwellung, welche sich mit leichter Röthung verband. Die Thiere lebten 2—3 Tage länger als in den vorigen Versuchen. Die Sectionsbefunde waren mit den ersteren vollkommen übereinstimmend, ebenso die Resultate der bacteriologischen Prüfung der Organe.

6. Versuch.

Linkes Ohr: Verimpfung einer Erysipelkartoffelcultur (Fall XI, Högerle).

Rechtes Ohr: Bouilloncultur 2. Gen. (aus Herzblut bei Puerperalfieber Fall VIII). Zeit des Versuches: 19. Februar 1886 abends 6 Uhr.

Von der zweiten Generation der aus der Puerperalfieberleiche rein gezüchteten Kettenmikrococcen gelangt eine 3 Tage alte Bouillon-Reincultur am rechten Ohre (die Impfstelle befindet sich oberhalb der Mitte des Ohres) eines grossen, grauen Kaninchens zur Verimpfung, in dem ca. 2 Theilstriche einer Pravaz'schen Spritze von der Aufschwemmung in 0,5 ccm Bouillon cutan applicirt werden (Operationswunde nicht blutend).

Am linken Ohre werden 5 Impfstiche mit einer mit Erysipel-Kartoffelcultur (Fall XI) inficirten Nadel gemacht. Von den Impfstichen bluten einige; Temperatur des Thieres per anum 38,6°.

Schon am nächsten Tage (20. Februar) ist r. von der Impfstelle ausgehend eine bis fast an die Ohrwurzel sich ausbreitende Röthung und Schwellung bemerklich. Die Röthe ist hell, rosig; die Schwellung etwas ödematös. Die Ohrvenen sind stark gefüllt, besonders in der Gegend der Ohrwurzel. —

L. zeigt sich eine um die Impfstiche herum leicht erhabene Schwellung, welche mit heller Röthung einhergeht. Beide Ohren fühlten sich sehr heiss an. Temperatur per anum 39,55°.

21. Februar. R. schreitet das Erysipel über die Ohrwurzel hinweg, geht auf den Nacken über. Die Schwellung nimmt bedeutend zu, ebenso die Röthung, welche jedoch immer bei durchfallendem Lichte ihre helle, rosige Beschaffenheit behält. — L. nehmen die erysipelatösen Höfe, welche die Impfstiche umgeben, an Ausdehnung zu. Das Erysipel schleicht den Ohrgefässen entlang fort, um einige Centimeter von den Impfstellen entfernt an beiden Ohrmuschelrändern eine ziemliche Ausbreitung zu erlangen. Das Erysipel nimmt dadurch abends die ganze Innenfläche der mittleren Partie des Ohres ein und ist bereits in der Nähe der Ohrwurzel angelangt. — Temperatur 39,7°.

22. Februar. Das Erysipel verbreitet sich r. über Nacken- und Halsregion der entsprechenden Seite. Die scharfen Grenzen des Erysipels verlieren sich immer mehr. Das Ohr ist noch stark ödematös und sehr heiss, die Röthung immer noch hell und rosig. Die Infectionsstelle heilt reactionslos ab; gleichwohl macht sich jetzt ein Fortkriechen der erysipelatösen Affection in Form scharf begrenzter Röthung und Schwellung gegen die Ohrspitze zu geltend, so dass schliesslich das ganze Ohr vom Erysipelprocesse ergriffen ist mit Ausnahme der in Heilung begriffenen Mitte. — L. während das Erysipel um die Impfstiche sich zurückbildet, wandert es rasch bis gegen die Ohrwurzel. Temperatur 39,85°.

23. Februar. R. verbreitet sich das Erysipel, wenn auch nicht mit scharfer Begrenzung, über die rechte Rückenfläche und die rechte Seite des Thorax. An der Ohrspitze nimmt die Intensität des Erysipelprocesses ab. Die Ohrspitze blasst und schwillt ab und fühlt sich wieder etwas kühler an als die übrigen Stellen des Ohres; dagegen Zunahme des Erysipels an der Ohrwurzel. Die Lymphdrüsen an der Basis des Ohres sind hochgradig geschwellt und zwar bis zur Grösse einer kleinen Haselnuss. Die erysipelatösen Partien sind auf Druck oder Berührung schmerzhaft. — L. schreitet, an der Ohrwurzel angelangt, das Erysipel auf den Nacken über, um mit dem Erysipel der anderen Seite zusammenzufliessen. Die Impfstellen sind vollkommen abgeheilt. Temperatur 39,4°.

24. Februar. R. zeigt das Erysipel keine Zunahme mehr. — L. dagegen erscheinen die Lymphdrüsen der Ohrwurzel bis zur Erbsengrösse geschwellt und fühlen sich ziemlich derb an. Das Erysipel nimmt vorzüglich die Ränder der Ohrmuschel ein, verbreitet sich jedoch auch stark auf Nacken und Hals. Ohrspitze kühl, an der Ohrwurzel erhöhte Temperatur. Temperatur des Thieres 38,8°.

25. Februar. Das den ganzen Nacken einnehmende Erysipel geht nach vorne auf die Kopfhaut über und erstreckt sich bis zur Orbitalgegend vor, wo es wieder mit scharfen Rändern abgegrenzt sich zeigt. Auch nach rückwärts nimmt das Erysipel an Umfang zu, indem es sich auf die rechte, vordere Extremität fortsetzt, welche dem Thiere bei Bewegung Schmerzen verursacht (Hinken).

26. Februar. Das Erysipel ist stark in Abnahme begriffen. Mittags um 12 Uhr wird dem Thiere in Chloroform-Narkose das rechte Ohr amputirt.

Das Ohr blasste im Momente der Durchtrennung ab. Ein Schnitt in die geschwellten Partien macht von der Schnittfläche nur klares, farbloses Serum abfliessen. Nirgends auch nur eine Spur von Eiterung wahrnehmbar.

Da das Thier bei der Operation sehr viel Blut verlor und nach dem Aufwachen aus der Chloroform-Narkose mehrmals vor Schmerzen aufschrie, wurde es nach einigen Stunden durch Chloroform getödtet.

Sectionsbefund: Operationswunde mit flüssigem Blute bedeckt; das linke Ohr ist blass, nur stellenweise zeigen sich kleine, röthliche Flecken. Bei Eröffnung der Bauchhöhle finden sich auf der Serosa des schwangeren, 10 Föten enthaltenden Uterus gelbliche Massen aufgelagert; Darmschlingen meteoristisch aufgetrieben; sämmtliche Organe zeigen die Erscheinung hochgradiger Anämie, sind sonst normal; nur im Herzbeutel ist vermehrte seröse Flüssigkeit.

Culturen von Herzblut, Nieren, Leber und Milz geben ein negatives Resultat. In gleicher Weise waren auch in den mit Ohrstückchen geimpften Gelatine- und Agar-Agarproben nur eine geringe Anzahl von Erysipelcolonien zur Entwickelung gekommen, der sicherste Beweis dafür, dass der Process bereits abgelaufen war und dass nur noch das Transsudat zur Resorption hätte gelangen müssen.

7. Versuch.

Cultur puerperalen Erysipels (Fall IX) aus Herzblut.

Ein kräftiges, graues, am Nacken weissgefecktes Kaninchen erhielt nach vorschriftsmässiger Desinfection im unteren Drittel des linken Ohres cutan eine üppig entwickelte Pepton- und Kochsalz-haltige Bouillon-Reincultur 3. Gen. injicirt, welche in ungefähr 1,5 ccm Bouillon aufgeschwemmt worden war. Zeit des Versuches am 17. März 1886 morgens 10 Uhr.

Bis zum Mittage des nächsten Tages (18. März) hatte sich ein intensives Erysipel entwickelt, welches die gange Ohrwurzel einnahm und bereits auf die linke Halsseite überzugreifen drohte. Die Schwellung war stark, die Röthung schwach begrenzt. Bis abends 7 Uhr dehnte sich das Erysipel bis Fingerbreite vor der linken Claviculargegend aus; die Ohrgefässe waren stark dilatirt und gefüllt; das Ohr selbst fühlte sich sehr heiss an.

Am 19. März wanderte das Erysipel längs des Unterkiefers bis zur Medianlinie weiter, ebenso nach rückwärts bis zur Clavicula; an mehreren Stellen kleine, längliche Epidermiserhebungen, welche mit serösem Inhalte gefüllt waren und daher nichts anderes als kleine Erysipelblasen darstellten. Die kleinen Schnittwunden, welche das Thier beim Rasiren der Ohrhaut bei seinem heftigen Widerstreben erhielt, sind unter dem Einflusse des Erysipels reactionslos verheilt.

20. März. Das Erysipel verbreitete sich nicht mehr, blasst 21. März, so weit es die Halsregion betrifft, ab; gleichfalls ging die Schwellung zurück.

Doch zeigte sich abends von den Lymphdrüsen der Ohrwurzel ausgehend ein an der Halsseite sich hinziehender strangförmiger Wulst (Lymphangioitis?).

Auch die Röthung der Ohrwurzel ist etwas zurückgegangen und die Epidermis schien bereits sich abzuschuppen. (Das Abdomen stark aufgetrieben, ohne Druckempfindlichkeit. Koth noch fest und geformt.)

22. und 23. März besteht der offenbar einem Lymphgefässe entsprechende Strang, um alsdann (ohne Eiterbildung) zur Heilung zu kommen; unterdessen nahm gleichfalls die Schwellung der Ohrwurzel ab.

Bis zum 28. März war das Erysipel völlig abgelaufen; die Röthung war verschwunden, ebenso die Schwellung an sämmtlichen, afficirten Regionen. Nur an der Injectionsstelle fand sich ein käsiger Knoten von annähernd schwammiger Beschaffenheit, welcher nicht fluctuirte; die Haut darüber ist völlig intact, nicht geröthet, nicht adhärent, sondern gut verschieblich.

Das Thier ist vollkommen genesen; der Knoten resorbirt sich allmählich.

8. Versuch.

Ein grosses, weibliches Kaninchen hatte die enorme Menge von ca. 8 Bouillonculturen in die rechte Lunge injicirt bekommen.

Am nächsten Tage zeigte sich die ganze Kopfhaut und die Gegend um die Nase (Backen) enorm geschwellt. Erscheinungen von Seite der Lunge waren nicht vorhanden.

Nach 30 Stunden trat der Tod ein.

Obductionsbefund: Von der Injectionsstelle nicht ausgehende, am Gesichte besonders starke Schwellung der Haut; der Kopf hat dadurch kugelförmiges Aussehen erhalten. Das linke Auge tritt stark aus der Augenhöhle hervor. Die Conjunctiva zeigt starke Injection und Hämorrhagien. — Leib colossal aufgetrieben. — Milz nicht sehr vergrössert; Gewebe derb, rothbraun. Unter der glatten Kapsel schimmern stark gefüllte Blutgefässe durch. — Nieren: Marksubstanz weisslich, mit röthlichen Streifen versehen. Rinde hellbraunroth (anämisch). — Leber ebenfalls hellbraunroth, ziemlich blutleer; Gewebe brüchig. — Magen und Dickdarm sehr stark aufgetrieben; letzterer mit dünnem, wässerigem Koth gefüllt. — Dünndarm von mittlerer Weite, von normaler Färbung, eher blass. — Uterushörner zeigen hochgradige Injection, stellenweise Ecchymosirungen. — Linke Lunge: lufthaltig, an den Randpartien besonders des Oberlappens Emphysem. — Rechte Lunge: Einstichstelle nicht aufzufinden. Lunge zeigt normale, fleischrothe Färbung, ist nur etwas hypostatisch. In den hinteren Theilen des Unterlappens braunrothe Marmorirung. Gewebe im Oberlappen saftreich; im Unterlappen fliesst von der Schnittfläche viel blutige Flüssigkeit. Das Gewebe zeigt leichte Splenisirung. (In gleicher Weise verhält sich der l. U. L.) Die so veränderten Partien sinken in Wasser nicht unter. — Im Herzbeutel sulziges Exsudat in geringer Menge, jedoch von zäh-flüssiger Beschaffenheit. Herzmusculatur welk.

An der Injectionsstelle des Rückens zwei frische, sehr ausgebreitete Blutungen (offenbar durch Verletzung eines Blutgefässes). Im subcutanen Bindegewebe 0,3 ccm dicke Blutcoagula von Markstück-Grösse.

II. Uebertragungsversuche der Culturen aus Fall IX.

1. Versuch.

Am 11. Juli 1886 werden einer weissen Maus 7 Theilstriche einer mit 1,5 ccm Bouillon hergestellten Aufschwemmung von einer Rinder-Bouilloncultur 5. Gen. unter die Rückenhaut injicirt.

12. Juli. Die Maus ist sehr schwer krank und machte während der Nacht 6 Abortus durch. Beide Augen sind mit Secret verklebt. Schwellung und Röthung der ganzen Rückenhaut, von der Impfstelle ausgehend. Das Thier verhält sich vollkommen still und apathisch.

13. Juli. Die Schwellung und Röthung reicht bis gegen den Hals; aus der Vagina tritt etwas blutiges Secret. Die Maus stirbt gegen Mittag.

Sectionsbefund: Die Subcutis (namentlich in der Thorax- und Leistengegend) ist stark ödematös durchtränkt, die Blutgefässe sind dabei stark gefüllt. — Das Peritoneum ockergelb gefärbt. Auf den Gedärmen liegt eine schmierige Masse von gleicher Farbe. Die Gefässe der Uterushörner sind stark gefüllt. — Die Nieren sind geschwellt und vergrössert, dabei anämisch. — Leber sehr blutleer, Gewebe sehr zerreisslich. — Tumor der Milz sehr bedeutend, ihr Blutgehalt sehr gross und ihre Farbe dunkelbläulich. — Der rechte Lungenflügel von dunkelbraunrother Farbe besitzt vermehrte Resistenz. Pleura, von schmierigem Safte glänzend, ist stark injicirt. — Das Herz enthält im rechten Vorhofe spärliche Blutmengen.

Die Culturversuche aus Herzblut, Milz, Leber und Nieren lassen die gleichen Colonien zur Entwickelung kommen, welche zur Injection verwendet waren. Auch diese aus den verimpften Mäuseorganen entwickelten Colonien glichen vollkommen den Fehleisen'schen Erysipelmikrococcen.

2. Versuch.

Am 14. Juli 1886 erhielt eine 2. Maus 3 Theilstriche einer in 1,2 ccm Flüssigkeit aufgeschüttelten Bouilloncultur (5. Gen.) subcutan unter die Rückenhaut.

15. Juli. Schwellung und Röthung an der Schwanzwurzel, ziemlich deutlich abgegrenzt.

16. Juli. Die Maus hält beständig die Augen geschlossen und sitzt bewegungslos im Käfig. Die Schwellung und Röthung reicht heute bis an die Thoraxregion.

17. Juli. Die sehr schwer erkrankte Maus drückt in der charakteristischen Weise den Kopf gegen den Boden. Die Kopfhaut scheint etwas geschwellt zu sein, die Augenlider sind mit weisslichem Secrete verklebt.

18. Juli. Tod der Maus.

Der Sectionsbefund ist mit dem aller übrigen Mäuse übereinstimmend.

Die Culturen aus dem subcutanen Oedem, aus Herzblut und Milz ergeben charakteristische Erysipelcolonien.

3. Versuch.

Von einer Aufschwemmung einer Reincultur 7. Gen. in ungefähr 0,9 ccm Flüssigkeit erhielt ein Kaninchen 3 Theilstriche in die rechte Ohrspitze. Zeit des Versuches 11. August 1886.

12. August. Bis gegen Mittag hatte sich die Umgebung der Impfstelle geröthet; zugleich ist leicht erhabene Schwellung vorhanden.

13. August. Schwellung und Röthung breiteten sich gegen die Ohrbasis zu in scharfer Begrenzung vorzüglich entlang den deutlich durchschimmernden, erweiterten Blutgefässen aus.

14. August. An der Impfstelle hat sich die gelbliche, trockene Kruste abgestossen. Die Affection hat sich bis an die Ohrwurzel fortgesetzt, so dass das ganze Ohr bei ganz leichter Schwellung hochroth und heiss sich zeigt.

15. August. Status idem.

16. August. Rückbildung und 18. August Heilung ad integrum mit leichter Abschuppung.

III. Uebertragungsversuche der Culturen aus Fall VII.

1. Versuch.

Gegen 4 Uhr mittags werden am 11. Juni 1886 einer weissen Maus 4 Theilstriche von einer 2 Tage alten, sehr üppigen Bouilloncultur 6. Gen. unter die rechte Rückenhaut oberhalb der Schwanzwurzel injicirt.

12. Juni. Das Thier war sehr krank und hatte seine Fresslust verloren. Ausgebreitetes Oedem der ganzen Rückenhaut und Röthung derselben.

13. Juni. Das Oedem geht an der vorderen Hälfte des Körpers zurück, dafür wandert es über die Gegend der Glutealmuskeln und die Leistengegend hinweg auf die hinteren Extremitäten über. Hier wird die Röthung sehr deutlich, besonders am linken Fusse. Dem Thiere ist es wegen der Gebrauchsunfähigkeit seiner hinteren Extremitäten unmöglich, sich weiter zu bewegen und es liegt deshalb ruhig mit gestreckten Beinen auf der Watte im Käfig.

Bis gegen Mittag stirbt das Thier.

Bei der Section findet sich das subcutane Gewebe in der Guteal-Bauch- und vorzüglich in der Brustgegend mit ausserordentlich reichlichem, hellen, völlig klaren Serum durchtränkt. Die Gefässe der Subcutis sind stark gefüllt. Die Haut der hinteren Extremitäten gleichfalls hochgradig ödematös. Ein mit 2 % Methylenblaulösung gefärbtes Deckglasstreichpräparat lässt kurze Kettchen, aber vorzüglich Doppelcoccen erkennen, welche mitunter so nahe zusammenliegen, dass sie beinahe Stäbchen vorzutäuschen im Stande wären. In der Bauchhöhle kein Exsudat; doch sind im Bauchhöhlensaft die Erysipelcoccen durch das Trockenpräparat nachweisbar. Auf den Darmschlingen keine Auflagerungen. — Niere und Leber wie normal. — Milz klein, anämisch, saftarm, hellbraunroth. — Pleuren ziemlich injicirt. Beim Ablösen der Lungen vom Zwerchfell sieht man, dass die beiden Brustfellblätter hier durch reichliche Bindegewebsspangen miteinander verwachsen sind. In der Pleurahöhle kaum vermehrte Flüssigkeit. Lungen im Allgemeinen normal. — Herz in der rechten Ventrikelhöhle mit gerinnenden Blutmassen gefüllt.

Culturen aus dem subcutanen Oedem, aus Herzblut und Nieren ergeben ein auf Keimen von den injicirten, mit Erysipel völlig identischen Kettenmikrococcen.

2. Versuch.

Eine zweite Maus, welche gleichfalls von der im ersten Versuche verwendeten pilzhaltigen Culturflüssigkeit 2 Theilstriche subcutan an der Schwanzwurzel bekam, zeigte von der Einstichstelle ausgehend Oedem und Röthung bis gegen Mittag des nächsten Tages (12. Juni 1886).

13. Juni. Die Schwellung und Röthung reicht bis gegen die Thoraxgegend; das Thier hüpft noch munter im Käfig umher.

14. Juni. Abnahme der Schwellung und Röthung an der Schwanzwurzel; jedoch Fortschreiten derselben auf die Thoraxhaut.

15. Juni. Am Halse scheint die Affection Halt zu machen; das Thier scheint nicht sehr krank zu sein.

16. Juni. Rückbildung des Processes; es trat nicht allgemeine Infection ein; das Thier blieb am Leben und während der ganzen 3wöchentlichen Beobachtungsdauer gesund; die Infectionsstelle blieb stets völlig reactionslos; ebenso zeigte sich auch nirgends in ihrer Umgebung eitrige Infiltration.

3. Versuch.

16. Juli 1886. Einer weissen Maus werden durch subcutane Injection an der Schwanzwurzel 3 Theilstriche einer in 1,2 ccm Flüssigkeit aufgeschwemmten Bouilloncultur 7. Gen. beigebracht.

17. Juli. Bis gegen die Thoraxgegend reichende, hochgradige Schwellung, welche mit zarter Röthung einhergeht. Das Thier verhält sich etwas ruhiger wie gewöhnlich.

18. Juli. Die Röthung hat etwas zugenommen; die ausgesprochen progrediente Affection ist auf die Thoraxgegend übergegangen.

19. Juli. Auch die Kopfhaut wird von Röthung und Schwellung befallen, welche aber an der Schwanzwurzel sich ganz zurückgebildet hatten.

20. Juli. Tod des Thierchens.

Sectionsbefund: Die Haut des Rückens, der Brust und des Kopfes stark von seröser Flüssigkeit durchfeuchtet. — Peritoneum saftigglänzend und ockergelb gefärbt. Auf der Serosa der injicirten Darmschlingen schmierige, gelblichweisse Masse. — Leber und Nieren sehr anämisch. — Milz enorm geschwellt und sehr blutreich, von dunkelbläulicher Farbe. — Lungen und Herz anscheinend normal.

Auf den Culturen aus Milz und Herzblut keimen die injicirten Kettencoccen in völliger Reinheit.

Nachdem bereits durch die Züchtungsversuche die Identität der bei den fiebernden Wöchnerinnen gefundenen Kettenmikrococcen mit den Fehleisen'schen Erysipelascoccen in unseren Fällen nahe gelegt, ja sicher war, wird dieselbe durch die eben angeführte, kleine Versuchsreihe weiterhin in einwurfsfreier Weise bestätigt.

Die Mäuse starben sämmtlich an Allgemeininfection, wie bei den Fehleisen'schen Bacterien, und zeigten local ein vom Infectionsherd entspringendes, in progredienter Weise sich ausbreitendes, entzündliches Oedem der Rückenhaut. Die Kaninchen antworteten bei cutaner Impfung am Ohr mit den gleich typischen, scharf begrenzt an den den Blutgefässen hinwandernden Ohrerysipelen, wie bei Anwendung von aus erysipelatöser Haut erhaltenen Culturen. Einmal gewann sogar das Erysipel durch Bildung mit klarem Serum gefüllter Blasen bullösen Charakter.

Eine kleine Abweichung boten die aus Fall VII erhaltenen kettenbildenden Kugelbacterien insoferne, als sie wegen ihrer geringeren Pathogenität bei Mäusen nicht sicher tödlich wirkten, indem eines dieser Thierchen mit dem Leben davon kam, und sich deshalb den Fränkel'schen Kettencoccen der eitrigen Metrolymphangitis und dem Streptococcus pyogenes etwas ähnlich verhielten. Jedoch sowohl die Colonieform als insbesondere der Umstand, dass auch im menschlichen Organismus bereits eine geringere Virulenz in der geringeren Ausbreitung des Processes, welcher schliesslich localisirt blieb, ohne auf das Peritoneum überzugreifen, sich kundgab, lassen, wie ich glaube, die Annahme gerechtfertigt erscheinen, es handle sich trotz der unbedeutenden Abweichung um Bacterien, die von den Erysipelcoccen nicht verschieden sind.

Infectionsversuche mit den Kettencoccen aus spontaner Peritonitis (Fall VI).

1. Versuch.

Eine weisse Maus erhält unter die Rückenhaut 5 Theilstriche von einer in 1,2 ccm Flüssigkeit aufgeschüttelten Cultur 3. Gen. eingespritzt (20. Mai 1886).

21. Mai. Die Maus ist heftig erkrankt; starke ödematöse Schwellung und Röthung am Rücken.

22. Mai. Die Schwellung und Röthung ist auf die Brusthaut übergegangen.

23. Mai. Das Thierchen hält sich ängstlich verborgen. Die Affection ist nicht weiter gewandert. Die Augen sind mit weisslichen Conjunctivalsecreten verklebt.

24. Mai. Der Kopf erscheint durch Schwellung etwas unförmlich. Die Maus hält denselben gegen die Brust angezogen und gegen den Boden niedergedrückt.

26. Mai. Tod des Thierchens.

Sectionsbefund: Das Thier ist hochgradig abgemagert, subcutanes Oedem auf Rücken, Brust und Kopf. Die Augen durch eingetrocknetes Secret verklebt. — Milz blass und vorzüglich im Längsdurchmesser vergrössert (2 cm lang). — Leber und Nieren anämisch. — Die Lunge von blassröthlicher Farbe enthält in den Oberlappen dunkelbraunrothe Partieen.

In Herzblut und Milz durch die Cultur die injicirten Coccen nachweisbar.

2. und 3. Versuch.

28. Juni 1886 morgens 11 Uhr. Von einer üppigen Bouilloncultur 8. Gen. wird mit 1,2 ccm Flüssigkeit eine Pilzsuspension hergestellt. Hiervon erhielt von 2 Mäusen die eine 6, die andere 2 Theilstriche.

29. Juni. Die Thiere sind sehr krank und sitzen mit gesträubtem Felle ruhig im Käfig; bei beiden zeigt sich über den ganzen Rücken helle, rosige Röthung und Schwellung. Die eine Maus athmet sehr frequent; ihre Augen sind mit weisslichem Secrete fest verklebt. Auch die andere Maus öffnet die Augen nicht.

30. Juni. Die eine Maus liegt morgens todt im Käfig; die andere zeigt sehr frequente Athmung. Eine zufällig beigefügte Schnittwunde hatte sich mit trockenem Schorfe bedeckt und heilte ab. Die Schwellung und Röthung schritt etwas nach vorne.

1. Juli. Die hinteren Extremitäten schwellen an und sind deutlich geröthet.

2. Juli. Tod des 2. Thierchens.

Sectionsbefund bei beiden Mäusen: Reichliche, seröse Durchtränkung der Rücken- und Brusthaut. — Das Peritoneum leicht injicirt und von gelblicher Farbe. — Auf den Gedärmen geringe Mengen schmieriger Massen. — Milz um das Doppelte vergrössert und von dunkelbläulicher Farbe. — Leber und Niere anämisch. — Bei einem Thiere ist die Pleura injicirt, und in der Lunge finden sich braunrothe Inseln.

4. Versuch.

10. August 1886. Von einer in 1 ccm Flüssigkeit aufgeschwemmten Cultur 10. Gen. erhielt ein 6wöchentliches Kaninchen 2 Theilstriche in die rechte Ohrspitze.

11. August. Röthung und ganz leichte Schwellung um die Impfstelle herum in Mandelkerngrösse.

12. August. Die Blutgefässe sind dilatirt; das Ohr fühlt sich heiss an; gegen das Licht gehalten sieht man eine scharf begrenzte, rosige Röthe den Gefässen entlang sich ziehend.

13. und 14. August. Die Röthung schleicht gegen die Ohrwurzel hin fort, erreicht jedoch dieselbe nicht ganz. An einer Stelle eine linsengrosse, derbere Infiltration, die aber bis zum nächsten Tage wieder verschwand.

15. August. Rückbildung ad integrum. Abstossung des Schorfes von der reactionslosen Operationswunde. Abschuppung.

Ich glaube, die wenigen Uebertragungsversuche würden genügen, um aus den Aeusserungen der Kettenmikrococcen der spontanen Peritonitis auf den thierischen Organismus ihre

Identität mit den Erysipelcoccen entnehmen zu können. Die Mäuse starben bei fortschreitendem, subcutanem Oedem an Allgemeininfection, wie bei Einverleibung von Erysipel, und das Kaninchen reagirte auf die Impfung mit einem scharf begrenzten, typischen Ohrerysipel. Eiterung trat niemals ein, weshalb für mich der Streptococcus pyogenes ausgeschlossen erscheint.

Infectionsversuche mit den Kettencoccen von Scharlach und Diphtherie.

I. Uebertragungsversuche der aus der Scharlachleiche erhaltenen Culturen.

1. Versuch.

Eine weisse, kräftige Maus erhielt 7 Theilstriche einer in mehr als 1 ccm Bouillon aufgeschwemmten Cultur 9. Gen. unter die Rückenhaut.

Am nächsten Morgen Schwellung und Rosaröthe des Rückens. Das Thier sträubt das Fell.

Am dritten Tage: Ausdehnung der Affection bis an den Hals.

Am 4. Tage: Rückgang der Affection an der Schwanzwurzel und narbenähnliche Einziehung der Haut; Schonung des rechten Hinterfusses.

Vom 5. Tage an schien sich das Thier wieder zu erholen, starb aber am 10. Tage.

Sectionsbefund: Subcutanes Oedem über die ganze Rückenhaut des stark abgemagerten Thierchens; nur entsprechend der Einziehung findet man die Haut mit der Unterlage fest verlöthet Eiterung nirgends bemerkbar. — Peritoneum ockergelb gefärbt. Auf den Gedärmen schmierige Massen. — Leber und Nieren anämisch. — Milz vergrössert. — Lungen und Herz normal.

In den Culturen von Herzblut, Milz und Peritonealsaft die verimpften Mikrococcen.

2. Versuch.

Von einer Aufschwemmung einer üppig entwickelten Bouilloncultur 10. Gen.) in 1,5 ccm Flüssigkeit bekam ein weisses Mäuschen 8 Theilstriche unter die Rückenhaut eingebracht.

Am nächsten Tage bereits Rosaröthung und Schwellung bis über die Hälfte des Rückens, von der Injectionsstelle ausgehend.

Am 3. Tage sind die Augen mit dickem, weisslichen Conjunctivalsecrete verklebt. Schwellung und Röthung nahmen den ganzen Rücken ein. Das Thier schwer krank.

Am 4. Tage Kopf geschwollen und gegen den Boden niedergedrückt.

„ 5. Tag: Die Augen werden wieder frei; Conjunctivitis vorüber.

6. Tag: Das Thier ist etwas munterer. Am Rücken schien sich wieder eine Einziehung zu bilden. Athmung erschwert.

8. Tag: Tod des Thierchens.

Sectionsbefund und die bacteriologische Untersuchung der Organe ergibt das gleiche Resultat wie vorher.

3. Versuch.

1. August 1886. Einem grossen, kräftigen Kaninchen werden 2 Theilstriche einer concentrirten Pilzsuspension (11. Gen.) in die rechte Ohrspitze gebracht·

2. August. Röthung und Schwellung den Blutgefässen entlang. Zugleich blasige Abhebung der Epidermis (erbsengross). Die Röthung ist bei durchfallendem Lichte vollkommen hell und scharf abgegrenzt. Blutgefässe stark injicirt. Temperatur des Ohres sehr erhöht.

3. August. Die Röthung, von Schwellung begleitet, wandert bis gegen die Ohrwurzel und nimmt fast die ganze Hälfte des Ohres ein. Röthung durchsichtig und hell. Die erweiterten Venen deutlich sichtbar. Auch die blasigen Stellen vollkommen durchscheinend.

4. August. Status idem.

5. August. Status idem.

6. August. Rückgang des Processes an der Ohrspitze.

7. August. Die Röthung hat auf den Nacken übergegriffen und lässt die Gegend der Ohrwurzel der anderen Seite leicht geröthet und geschwellt erscheinen.

8. August. Die Röthung der Ohrwurzel etwas intensiver.

9. August. Die beiden Randzonen des Ohres, die bisher frei geblieben waren, röthen sich und schwellen deutlich an.

10. August. Status idem.

11. August. In der Mitte beginnt an 3 Stellen an der Innenseite des Ohres eine kuglige Vorwölbung der Haut kenntlich zu werden; die Röthung darüber vollkommen durchscheinend, gegen das Licht gehalten. Schwellung der Lymphdrüsen an der Ohrbasis.

12. August. Die Affection pflanzt sich unverkennbar auf das andere Ohr fort. An den 3 leicht vorgewölbten Partien, welche keineswegs Fluctuation zeigten, wird nach Reinigung mit Sublimat und sterilisirtem Wasser mit sterilem Messer eingeschnitten. Es entleert sich jedoch nur klares oder mit Blut vermischtes Serum. Nirgends Eiterung zu constatiren. Es war also beginnende Blasenbildung gegeben.

14. August. Die Schwellung und Röthung des linken Ohres und die Injection der Gefässe hat etwas zugenommen. Das Erysipel blasst am rechten Ohr in der Mitte etwas ab.

15. August. Das Erysipel des rechten Ohres vollständig abgeblasst; die Blasen vollständig verschwunden.

16. und 17. August. Rückgang des Processes auf beiden Ohren und Heilung ad integrum. Abschuppung beider Ohren sehr ausgesprochen.

II. Uebertragungsversuche mit den aus Diphtherieleichen gewonnenen Culturen.

1. und 2. Versuch.

Von 2 weissen Mäusen bekam die eine 6, die andere 8 Theilstriche von je einer Aufschwemmung (7. Gen.) in 1,2 ccm Flüssigkeit unter die Schwanzwurzel. 10. August 1886.

11. August. Oedem über den ganzen Rücken bis gegen Hals; Rosafärbung der geschwellten Region. Die Thiere sitzen ruhig und sträuben das Fell.

12. August. Bei der ersteren Maus ist das rechte Auge durch eingetrocknetes Conjunctivalsecret verschlossen; die Schwellung an der Schwanzwurzel im Abnehmen.

13. August. Status idem.

14. August. Bei der ersteren Maus sind jetzt beide Augen durch weissliches Secret verklebt. Athmung unregelmässig. Die letztere Maus aber zeigt leichte Schwellung und deutliche Röthung des Kopfes.

15. August. Tod des ersteren Thieres; die andere Maus zeigt etwas Zunahme der Röthung im Kopf, Injection der Ohrgefässe und ist schwer krank.

16. August. Leichte Einsenkung der Haut an der Stichöffnung, gute Heilung unter trockenem Schorfe.

17. August. Die Maus verliert fast alle Haare der Rückenhaut und ist hochgradig abgemagert. Sie stirbt am 19. August.

Die Sectionsbefunde waren allen übrigen Erysipelsectionen ähnlich.

3. Versuch.

In die rechte Ohrspitse werden einem Kaninchen 3 Theilstriche einer in ca. 1 ccm aufgeschwemmten Cultur gegeben. — Am nächsten Tage breitet sich scharf begrenzt entlang den Lymphgefässen erysipelatöse Röthung und Schwellung aus; die progrediente Entzündung wanderte bis zum 4. bis an die Ohrwurzel und machte Halt. Die Temperatur des inficirten Ohres war heiss; die Röthung, gegen das Licht gehalten, hell und durchscheinend, die Gefässe injicirt. Heilung nach 6 Tagen. Abschuppung.

Durch diese Versuche ist somit bewiesen, dass die bei Diphtherie in den Rachengebilden, im Blute und in den inneren Organen vorkommenden Streptococcen wirklich Erysipelcoccen sind, eine Thatsache, für die sich Löffler in rühmlicher Vorsicht nicht zu entscheiden wagte, weil im Jahre 1882, als er seine Untersuchungen ausführte, die Möglichkeit des Vorkommens von Erysipelcoccen in der Blutbahn direct negirt worden war.

III. Wachsthumsverhältnisse der Erysipelcoccen.

Es fehlt noch bis zur Stunde jede eingehende Beschreibung von der Colonie der Rothlaufbacterie, welche doch auf den Gelatineplatten in sehr charakteristischer Weise wächst. Es ist heute eine genaue Betrachtung der Wachsthumsverhältnisse zu Differenzirungszwecken um so mehr geboten, als ein gleichfalls kettenbildender Mikroparasit mit ähnlichem Wachsthume auf den künstlichen Nährböden, der Streptococcus pyogenes, aus phlegmonösen,

mitunter sogar progredienten Eiterungen und Abscedirungen von Rosenbach[1]) und Passet[2]) gezüchtet wurde. Die von Rosenbach versuchte Differenzirung vermittelst der Strichcultur dürfte nicht ausreichend, vielleicht auch nicht zutreffend erscheinen, indem hierbei zu sehr Vertrocknungserscheinungen mit im Spiele sein können.

Aus allen Differenzirungsversuchen geht unzweifelhaft hervor, dass es sich um zwei sehr nahe verwandte Spaltpilzarten handelt, wie auch ähnlich die Koch'schen Vibrionen in naher Verwandtschaft zu den Finkler'schen Bacillen, die Milzbrandbacillen, wie Buchner in seiner Arbeit über die experimentelle Erzeugung des Milzbrandcontagiums aus den Heubacillen dargethan hat, zu den Heubacterien stehen. Vielleicht ist die Verwandtschaft von Streptococcus pyogenes zu dem Fehleisen'schen Erysipelpilz eine nähere und innigere, als man bis jetzt vermuthet.

I. Wachsthum auf festem Nährsubstrat.

Auf 10% Fleischwasser-Kochsalz-Pepton-Gelatine entwickeln die Erysipelmikrococcen ausgesprochen isodiametrische Colonien, d. h. sie bilden Colonien, die bei Betrachtung unter dem Mikroskop bei Anwendung schwacher Systeme kreisrund erscheinen. Die Erysipelcoccen wachsen auf der Gelatine fest, und sind ihre Colonien durch scharfe Contouren ausgezeichnet. Im Innern der Gelatine bilden sich nach zwei- bis dreitägigem Wachsthum ganz kleine, eben makroskopisch bemerkbare, weissliche Punkte. Untersucht man dieselben mit schwacher Vergrösserung, so geben sie sich als runde, bräunlich-grünlich pigmentirte, linsengrosse Colonien mit leicht silberglänzendem Rande kund (Fig. 6 Taf. II). Mit zunehmendem Alter wird die Färbung dunkler grünlich-braun. Dabei tritt eine zarte und feine Granulation auf, welche durch feinste Punktirung oder durch geflechtwerkartige Verschlingung vielfach geschlängelter Linien hervorgerufen wird. Oftmals erscheint der Rand durch solche gekrauselte, linienförmige Aus-

1) Mikroorganismen bei den Wundinfectionskrankheiten des Menschen. Wiesbaden 1884 S. 42 und 22 ff.

2) Aetiologie der eitrigen Phlegmone d Menschen. Berlin 1885 S. 33 ff.

läufer gefranzt, die nichts anderes sind, als fortwuchernde Mikrococcenzüge.

An der Oberfläche der Gelatine zeichnen sich die Colonien durch hohes Lichtbrechungsvermögen und silberhellen Glanz oft mit graulichem oder bläulichem Schimmer aus. Diese oberflächlichen Colonien, die mitunter die Gelatine einsinken machen, zeigen bei ihrer Durchsichtigkeit grauliche Schattirung (Kuppenform) oder zarte grauliche Granulirung (Fig. 6 Taf. II). Oft findet sich über den ohnehin stark lichtbrechenden Colonien eine noch stärker lichtbrechende Parthie.

Die Grösse, welche die Erysipelcolonien meistens erreichen, ist im allgemeinen gering; in den ersten 2 bis 3 Tagen vollzieht sich das Wachsthum sehr langsam, um dann völlig zu sistiren, so dass die Colonien nach 48 bis 60 Stunden das Ende ihrer Entwickelung erreicht haben und dem unbewaffneten Auge als kleinste, weissliche Pünktchen imponiren. Bei schwachen Vergrösserungen (Zeiss Syst. A A Oc. II) repräsentiren sich diese Pünktchen als linsengrosse Pilzentwickelungen.

In gleicher Weise wie auf der Fleischwasser-Pepton-Gelatine verhalten sich die Colonien auch auf der Buchner'schen 8 bis 10 % Fleischextract-Pepton-Zucker-Gelatine.

In den Gelatinestichculturen zeigen die Erysipelcoccen ausgesprochenes Tiefenwachsthum, gleichsam als wollten sie sich der austrocknenden Wirkung der Luft entziehen. Bereits nach 24 bis 30stündiger Entwickelung ist ein ziemlich gleichmässiger, dünner, schleierartiger, den Impfstich ausfüllender Pilzrasen angedeutet, welcher bei genauem Zusehen aus feinsten Stäubchen zusammengesetzt erscheint. In den nächsten Tagen entstehen kleine, weissliche Pünktchen, welche mitunter eine grössere Entwickelung zeigen, besonders wenn spärliches Material eingeimpft wurde. In 6 bis 7 Tagen ist die Cultur vollständig entwickelt, und der Pilzrasen besteht aus einem Conglomerat kleiner, weisser Kügelchen. An der Oberfläche bildet sich um den Impfstich ein schwacher, durchsichtiger Flor von ungefähr 2 mm im Durchmesser.

Eine Trübung der Nährgelatine trat nie auf, wie es z. B. bei Typhusculturen oft zu beobachten ist.

Sticheulturen von Fleisch-Pepton-Agar-Agar lassen jedes oberflächliche Wachsthum vermissen. In der Tiefe des Impfstiches entfalten sie sich bei constanter Temperatur von 35 bis 37 ° C. schon nach 15 bis 18 Stunden in Form intensiver, grauweisser Trübung. Es entstehen weissliche Stippchen, welche späterhin, den Stichkanal ausfüllend, zu einem undurchsichtigen Rasen mit meist wellig ausgebuchtetem Rande confluiren.

Bei Culturversuchen auf erstarrtem Kalbsblutserum bilden sich in dem ausgeschiedenen, flüssigen Theile des Serums zarte, innig zusammenhängende weisse Flöckchen. Das Wachsthum auf der Oberfläche des Blutserums schilderte Fehleisen [1]) als »bandförmigen, grauweissen Streifen, welcher sich leicht vom Nährboden abheben lässt«. Inficirt man die schief erstarrte Oberfläche des Nährsubstrats mit mehreren Oesen einer Bouillonreincultur, so bildet sich auf dem Blutserum ein mehr weniger zusammenhängender, dünner, grauweisser Ueberzug von mattem, sammetartigem Glanze. Im Impfstiche macht sich eine grauweisse Trübung deutlich durch Entwickelung kleinster Pünktchen oder Kügelchen. Nach wenigen Tagen entsteht ein ungemein üppiger Rasen, welcher den ganzen Stichkanal einnimmt.

Das Wachsthum der Erysipelbacterien auf sterilen gekochten Kartoffeln ist von mehreren Autoren beobachtet, wie von Löffler und Winckel. Auch Passet [2]) constatirt, dass noch nach 14 Tagen mikroskopisch die Erysipelmikrococcen (theilweise in der Längsaxe, theilweise der Breite nach vergrössert) sich vorfinden. Ich modificirte nach dem Rathe Emmerich's die Züchtungsversuche auf den Kartoffeln in der Weise, dass ich, da eine schwache alkalische Reaction im Wachsthum der Bacterien förderlich schien, die Oberfläche der Kartoffelscheibe mit einigen Oesen aufgekochter Sodalösung bestrich. Auf solchen Kartoffeln und bei Brüttemperatur nach 7 bis 8 Tagen ist eine unverkennbare Entwickelung sichtbar. Es entstand nämlich ein nicht festhaftender Pilzbelag, welcher bei Betrachtung mittels Lupen grau-

1) Aetiologie des Erysipels. Berlin 1883.
2) Aetiologie d. eitrig. Phlegmone d. Menschen. Berlin 1885 S. 34.

weisse Farbe besass, sammetartig aussah und einen glasigen Glanz hatte.

Bezüglich der Differenzirung der Erysipelbacterien von den Kettencoccen des Eiters fällt bei Gelatineplattenculturen auf, dass die letzteren in grösseren Colonien aufgehen als die ersteren, wiewohl, um es gleich hier beizufügen, ihnen den ersteren gegenüber ein entschieden langsameres Wachsthum zukommt. Ferner zeigt die tiefe Eiterkettencoccen-Colonie viel gröbere Granulirung bzw. Körnelung und Punktirung. Dazu kommt noch die dunklere, stark grünliche Färbung (besonders bei mehrtägigem Alter der Cultur), während die Colonien der Erysipelbacterie im allgemeinen heller erscheinen, allerdings auch einen grünlichen Farbenton besitzen, aber doch vorzugsweise eine Braunfärbung stärker vorschimmern lassen. Auch die oberflächlichen Colonien sind bei stärkerer Granulation, manchmal durch Auftreten von centraler graugrüner Färbung ausgezeichnet, während die oberflächlichen Ausbreitungen der Erysipelcoccen solche Pigmentirungen vermissen lassen.

In Stichculturen in F. P. G. und F. P. A. ist das Wachsthum der Erysipel- und Eitercoccen von einander nicht zu unterscheiden, ebenso wenig auf einer Buchner'schen Gelatine und auf Blutserum. Und doch macht sich, wie bereits erwähnt, eine kleine Verschiedenheit insofern geltend, als unstreitig das Wachsthum des Streptococcus pyogenes in Gelatinestichen den Erysipelmikrococcen gegenüber ein verlangsamtes ist.

Auch bei Züchtung auf einer pepton- und kochsalzhaltigen Gelatine [1]), zu deren Bereitung ein kindliches Gehirn benützt worden war, liess sich kein weiteres Unterscheidungsmerkmal zwischen den Colonien und Wachsthumserscheinungen der fraglichen Bacterien ausfindig machen. Der sicherste Weg, die beiden Bacterien von einander unterscheiden zu können, ist und bleibt noch immer das Thierexperiment. Die Versuche, welche mit den von Passet überkommenen Reinculturen des Eitercoccus und

1) 1 Theil Gehirn auf 5 Theile aqua, gut verrührt und 24 Stunden an kühlem Orte stehen gelassen. 0,5 % Pepton; gekocht. Schwach alkalisch durch Soda.

mit dem aus einer eitrigen Bursitis praepatellaris selbst rein gezüchteten Steptococcus pyogenes ausgeführt wurden, sind am Schluss der Arbeit angefügt.

II. Wuchsformen bei Wachsthum auf festem Nährboden.

Die Erysipelmikrococcen färben sich im allgemeinen mit allen Anilinfarbstoffen gleich gut, nehmen sowohl die rothen Farbstoffe (Fuchsin, Safranin) als auch die blauen, wie Gentianaviolett, Methylenblau, Methylviolett in hohem Masse auf und lassen sich schliesslich noch mit wässeriger alkalischer Lösung von Bismarckbraun hübsch tingiren.

Den aufgenommenen Farbstoff behaupten die Mikrococcen gut gegen Einwirkung von Säure, Jod etc.; wirkt jedoch Alkohol längere Zeit ein, so wird die Tinktion der Bacterien stark beeinträchtigt, indem denselben zu viel Farbstoff entzogen wird.

Das Lösungsmittel der Farbstoffe ist für die Färbung der Coccen von keinerlei Einfluss; sie färben sich ebenso gut nach der Ehrlich-Weigert'schen Methode mit den im alkalischen Anilinöl gelösten Farbstoffen wie nach dem Ziehl'schen Verfahren unter Verwendung 5 % Karbolsäure und in der stark alkalischen Löffler'schen Kalimethylenblaulösung.

Bei Gewebsschnitten erhält man die übersichtlichsten und brauchbarsten Bilder nach der Gram'schen Methode, welche die Erysipelmikrococcen gut ertragen und infolge reichlicher Farbstoffanhäufung ziemlich gross erscheinen lassen.

Was nun die Formen der Mikroparasiten des Erysipels selbst betrifft, so besitzen sie ausgeprägt kuglige Form und sind zu Doppelkugeln oder rosenkranzartig zu kürzeren oder längeren Kettchenreihen angeordnet. Bei ihrem Wachsthum in thierischen Geweben beträgt die Zahl der Glieder 2 bis 3 bis 6 und 12, selten jedoch mehr. Auf künstlichen Nährsubstraten gewinnen die Ketten beträchtlich an Länge. So fand man z. B. in einem Deckglaspräparate, welches von der bei der Erstarrung des Agar-Agar's ausgeschiedenen und oben sich ansammelnden Flüssigkeit einer Stichcultur angefertigt wurde, ausnahmslos Ketten von 30 bis 60 und 70 Coccen und noch darüber hinaus.

Die einzelnen Glieder der Ketten sind gewöhnlich von gleicher Grösse; doch findet man mitunter in einer Kugelreihe einzelne grössere oder kleinere Formen. Die kleineren Coccen erregen den Eindruck, es möchte sich um Absterberscheinungen handeln; dies wird dadurch um so wahrscheinlicher, dass die Bacterien eine viel geringere Färbungsfähigkeit besitzen, die sogar aufgehoben sein kann, oder sich ungleichmässig tingiren lassen, als ob sie in körnigem Zerfalle begriffen wären.

Die grösseren Formen, soweit sie nicht pathologischer Formveränderung angehören, sind es vorzugsweise, welche die Vermehrung und Fortpflanzung der Keime übernehmen. Sie bieten das Bild eines an den Ecken und Kanten abgerundeten Würfels, wenn dieser Vergleich gestattet ist, und zeigen dabei meist an den beiden äusseren, freien Seiten in der Mitte eine leichte Einkerbung, welche der Einleitung des Theilungsprocesses der Kugelbacterien entspricht. Bei dem Fortschreiten dieses Theilungs-Vorganges sieht man, wie die Abschnürung sich allmählich vollendet, und nach erfolgter Theilung berühren sich noch die beiden mit ihren längeren Seiten aneinander liegenden Zellen. Diese gewissermassen ovalförmig abgeplatteten Kugelbacterien runden sich mehr ab, rücken etwas auseinander, und so entwickeln sich die Kettenreihen (Fig. 2).

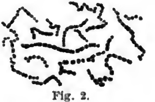


Fig. 2.
Erysipelcoccen in Theilung begriffen. Safranin-Pr. Zeiss Immers. 1/14 Oc. 11.

Sind in einer Kette die meisten Glieder im Theilungsprocesse begriffen, so kann man ein Bild von reihenförmig angeordneten, zu zwei zusammengruppirten Ovalformen vor sich haben.

Wie die einzelnen Coccen in ihrem Breitendurchmesser vergrössert erscheinen können, so findet man auch, manchmal jedoch ziemlich selten, Vergrösserung der Kugelform im Längsdurchmesser, so dass die kugligen Zellen zu Ovalformen sich auswachsen.

Ausser dieser Umwandlung zu ovalen Gebilden bemerkt man hie und da, namentlich beim Wachsthum auf künstlichem Boden, stark ausgesprochene Quellungserscheinungen, die von der oben erwähnten Vergrösserung der Coccenformen wohl zu unterscheiden sind. Sie bestehen vorzüglich in einer Zunahme aller Durch-

messer der Bacterienzelle. Die Coccen sind auf diese Weise um das zwei- bis vierfache gequollen. Diese Quellungserscheinungen zu beobachten kann man Gelegenheit haben bei Züchtung auf Agar-Agar in Brüttemperatur, wenn sich Wasser condensirt, welches seinerseits durch Lösung und Aufnahme von Stoffen des Nährsubstrates eine Pilzentwickelung ermöglicht.

Die rosenkranzartigen Coccenreihen können gerade, wellige und zierlich verschlungene sein. Sehr oft sieht man aber auch die Ketten knäuelförmig gleichsam zu dichteren Gruppen und Colonien aufgewickelt, an deren Rändern krause Kettchen vorstehen.

Auf der Gelatine ist die Neigung der Erysipelcoccen, kettenförmige Anordnung anzunehmen, nicht so sehr deutlich als auf anderen Substraten, vielmehr sind die Bacterien zu kleinen Knäueln zusammengruppirt. Neben kürzeren Kettchen trifft man vorzugsweise Doppelkugeln. Die beigefügte Züchtung gibt ein Bild von einem mit Carbolfuchsin behandelten Deckglaspräparate einer Gelatinecultur, welche aus der Puerperalfieberleiche Loibl gewonnen war.



Fig. 3.
Wuchsform der Erysipelbacterien bei Züchtung auf Nährgelatine. Fuchsin-Pr. Zeiss Imm. 1/18 Oc. II.

Die Eiterstreptococcen tendiren anscheinend bei dem Wachsthum auf 8 % Gelatine mehr zur Kettenbildung neben gleichzeitiger Knäuelbildung als die Erysipelmikrococcen. Die Doppelkugeln schienen fast seltener; die kürzeren Kettchen überwiegen noch sehr die schon beträchtlichere Zahl längerer Coccenreihen. Die Grösse der einzelnen Coccen ist unverkennbar grösser als die der unter sich gleich grossen Coccen des Gesichts- und puerperalen Erysipels.

Auf Agar-Agar bilden die Erysipelascoccen längere Kettchen mit verhältnismässig kleinen Gliedern, deren Grösse kaum diejenige der Gelatinewuchsformen übertrifft. Die Coccen zeigen im allgemeinen unter einander gleiche Grösse. Die Ketten selbst bestehen theils aus Einzelindividuen oder Doppelkugelformen, die an den einander zugekehrten Seiten abgeplattet sind und so quergestellte Ovalcoccen darstellen. Was mir sehr auffällig schien, so fanden sich öfters, wiewohl die untersuchten Culturen tadellos

rein sich erwiesen, mitten in den Ketten zu Ovalformen, ja zu kürzeren oder längeren Kurzstäbchen ausgewachsene Formen. Diese Kurzstäbchenformen konnten deshalb keine Verunreinigungen der Culturen bilden, weil einmal die Weiterimpfung aufs sorgfältigste vorgenommen war, dann namentlich durch den Umstand, dass die Stäbchen stets in der Mitte der Ketten sich befanden und nie einzeln angetroffen wurden und ferner den gleichen Dickendurchmesser wie die unveränderten Coccen besassen. (Fig. 4.)

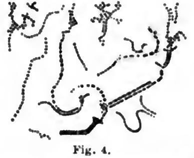


Fig. 4.
Die Erysipelbacterie bei Züchtung auf Agar-Agar. Gentiana-Pr. Zeiss Immers. 1/18 Oc. II.

Die Streptococcen des Eiters wachsen auf Agar-Agar in grösseren Kugeln wie die nahe verwandten Erysipelascoccen. Doch finden sich häufig auch so kleine Coccen, wie man sie in Bouillonculturen anzutreffen pflegt, so dass die Grösse der Eiterstreptococcen bei dem Wachsthum auf Agar eine sehr wechselnde ist; ferner zeigen sie mehr Neigung, Gruppen und Knäuel zu bilden, als in Ketten sich aneinander zu reihen. Niemals zeigten sie Wuchsformen wohl ausgebildeter Ovalformen oder Kurzstäbchen. (Fig. 5.)



Fig. 5.
Streptococcus pyogenes auf Agar-Agar. Gentiana-Pr. Zeiss 1/18 Oc. II.

Auf Blutserum bilden die Erysipelascoccen zierliche Kettchen, wobei sie zum grossen Theile aus im Längsdurchmesser zusammengedrückten länglichen Coccenformen (Ovalformen) bestehen können. Einmal wurde deutliche Kapselbildung beobachtet, ähnlich wie bei den Friedländer'schen Pneumococcen, deren Kugelformen gleichfalls innerhalb der Kapsel in sehr unregelmässiger und mangelhafter Weise zum Ausdrucke gelangt.

Bei Züchtung auf Kartoffelscheiben erhält man häufig platt gedrückte Doppelkugeln, welche mitten in den Ketten sich finden können, aber auch allein solche zusammensetzen können. Einzelne Coccen- und stäbchenartige Formen wurden vermisst.

III. Entwickelung und Wuchsformen der Erysipelcoccen in Flüssigkeitsculturen.

Die Züchtung der Erysipelmikrococcen in flüssigen Medien wurde einestheils aus dem Grunde vorgenommen, um ein bequemes und reichliches Infectionsmaterial zu gewinnen, indem ja das Wachsthum auf Nährgelatine zu solchen Zwecken viel zu dürftig wäre, andererseits deshalb, um zu sehen, ob sich vielleicht Anhaltspunkte ergeben könnten, welche eine Unterscheidung der Erysipelbacterien von den ähnlich wachsenden Mikrococcen zuliessen.

Impft man in eine deutlich alkalisch reagirende Rinderbouillon mit Zusatz von 1 % Pepton und 0,5 % NaCl von einer Gelatinecultur oder drei bis fünf Platinösen einer erysipelcoccenhaltigen Flüssigkeit ein, so beobachtet man nach 12 bis 15 Stunden bei Brüttemperatur den Beginn reichlicher Pilzentwickelung, welcher in einer unverkennbaren, weisslichen, meist gleichmässigen Trübung des klaren Nährsubstrates durch Bildung mehr oder minder dichter, zart gekräuselter, feinster, Staubtheilchen ähnlicher Flöckchen sich ausdrückt. Die Trübung nimmt in den nächsten 2 bis 3 Tagen zu. Alsdann beginnt sich die Nährlösung zu klären, und zugleich fällt ein leichter Niederschlag von weissen, dichten Wölkchen oder zarten Flöckchen nieder, um sich am Grunde des Reagiergläschens zu einem rundlichen Häufchen zu sammeln. Nach 6 bis 7 Tagen ist somit die Cultur zu Ende entwickelt.

Schüttelt man während der Entwickelung der Cultur ein wenig auf, so sieht man deutlich, wie zarte Wölkchen sich untereinander bewegen.

Der Bodenbelag ist gewöhnlich von schöner, weisser Farbe. Mit dem Alter der Cultur wird diese jedoch verwischt, dadurch dass streifen- und linienförmige graue Züge entstehen, wodurch sogar der Pilzbelag allmählich in eine graue Masse sich verwandeln kann.

Wie auf den festen Nährmedien, so ist auch bei Züchtung in Bouillon ein Oberflächenwachsthum nicht vorhanden; das Tiefenwachsthum ist um so deutlicher ausgesprochen. Sämmtliche Schichten der Bouillon trüben sich, und doch tritt niemals deutliche Häutchenbildung an der Oberfläche auf.

Manchmal bot das Wachsthum in der Weise kleine Verschiedenheiten, dass zur zarten Trübung stärkere Flockenbildung hinzutrat. Dies war offenbar eine Erscheinung von energischerem Wachsthum der Erysipelpilze. Damit stimmte, dass die Bacterien eben den Thierkörper passirt hatten und das Wachsthum entsprechend rascher vor sich ging. Beifügen muss ich noch, dass es sich natürlich stets um Culturen desselben Falles, nicht verschiedener Fälle handelte.

Bei ihrer Entwickelung veränderten die Erysipelcoccen die Bouillon der Art, dass sie sich nicht mehr so flüssig erwies wie vorher, vielmehr flüssigem Eierweiss ähnliche Beschaffenheit angenommen hatte.

Die Züchtung der Eiterkettenmikrococcen bei 37° C. ergibt gleichfalls Trübung der Nährgelatine durch Flöckchenbildung, Mangel an Häutchenbildung und Klärung bis zum 7. Tage unter Ansammlung eines weisslichen Pilzbelages am Boden des Gläschens.

Ebenso wenig liessen vergleichende Züchtungen in Hühnerbouillon und Harn mit oder ohne Zusatz von NaCl und Pepton eine Unterscheidung der beiden Bacterienarten zu.

Fig. 6.
Erysipelbacterie, gezüchtet in Rinderbouillon. Gentiana-Pr. Zeiss Imm. 1/18 Oc. II.

Bei mikroskopischer Untersuchung einer Erysipelbouilloncultur erhielt man meist sehr lange und vielfach ineinander verschlungene Ketten von 20—100 Gliedercoccen, welche sich durch besondere Kleinheit auszeichneten, eine Eigenthümlichkeit, welche auch Löffler bei seinen Culturen constatirte (Fig. 6). Wiewohl man hierdurch eine Differenzirung der Erysipelbacterien von dem kettenbildenden Eiterpilz möglich denken sollte, so ist das mikroskopische Bild beider Mikroorganismen nach Züchtung auf den gleichen Nährlösungen doch so ähnlich, dass die erhoffte Unterscheidung zu nichte wird.

Manchmal fand man, besonders bei Züchtung in offenbar ungünstigen Nährlösungen, mitten in einer Erysipelmikrococcenkette oder am Ende derselben stark vergrösserte, sogar monströse Kugeln, welche die Blaufärbung mit Kalimethylenblau nur theil-

weise annahmen, so dass nur einzelne Körner der Spaltpilzzellen tingirt erschienen, während die Färbung mit Fuchsin sehr gut gelang. Es handelte sich offenbar hier um pathologische Wuchsformen in Folge des ungünstigen Nährmediums oder um Absterberscheinungen.

IV. Entwickelungsfähigkeit der Bacterien in Culturen und im ausgetrockneten Zustande.

Die ersten Anfänge von Entwickelung in Stichculturen zeigen sich auf den verschiedenen Nährsubstraten nach 12—30 Stunden. Fast auf jedem Nährmedium, sei es flüssiger oder fester Natur, beansprucht die Cultur bis zum Ende ihrer Entwickelung 5—7 Tage, um alsdann keine Zunahme mehr zu zeigen.

In den Culturen behalten die Erysipelbacterien nicht gar lange Zeit ihre Fortpflanzungsfähigkeit und stimmen hierin mit den anderen Bacterienarten überein. Ein Zeitraum von 5—7 Wochen genügt, um die Cultur als nicht mehr entwickelungsfähig fortgeben zu müssen; die Culturen gehen nämlich dann gar nicht mehr oder in so kümmerlicher Weise an, dass sie dennoch unbrauchbar bleiben.

Offenbar rührt die kurze Entwickelungsdauer daher, dass die Erysipelmikrococcen bei ihrem Wachsthum Ausscheidungsproducte liefern, welche in die festen und flüssigen Nährböden diffundirend einerseits eine weitere Entwickelung der Culturen durch die Veränderung der Nährmedien nicht mehr gestatten, andererseits aber in grösserer Ansammlung geradezu giftig auf die Mikrococcen zu wirken im Stande sind.

Eine Trübung der Gelatine durch den Lebensprocess der Erysipelcoccen bewirkt, wie es so oft bei anderen Bacterienarten, z. B. Typhusbacillen, beobachtet wird, trat in keinem Falle auf; im Gegentheile, die Gelatine bleibt völlig klar, nur die Pilzentwickelung selbst bräunt sich etwas in der Tiefe des Impfstiches mit dem Alter der Cultur.

Im ausgetrockneten d. h. lufttrockenen Zustande dagegen vermögen die Erysipelmikrococcen auf lange Zeit ihre Fähigkeit zu behaupten, unter günstigen Bedingungen sich weiter zu ent-

wickeln. Um dies zu constatiren, wurden folgende Versuche gemacht.

Als Material, welches den Erysipelmikrococcen zur Aufnahme dienen sollte und an welchem sie in den lufttrockenen Zustand übergeführt werden sollten, wurden Seidenfäden gewählt, nachdem diese bei einer 2½ stündigen Hitze von 165°—170° C. sicher sterilisirt waren. Von einer sehr kräftig entwickelten Rinder-Bouilloncultur wurde nach sorgfältigem Ausglühen des Reagirglasrandes die klare Bouillon abgegossen, so dass nur ein kleiner Rückstand zurückblieb, womit die sehr concentrirte Pilzaufschwemmung hergestellt wurde. Nun wurden mit steriler Pincette die Seidenfäden in das Reagirglas mit der Mikrococcensuspension eingebracht und sofort der Wattepfropf wieder aufgesetzt. Es wurden dann durch tüchtiges Schütteln mit der Suspension die Seidenfäden in Berührung gebracht, welche begierig die pilzhaltige Flüssigkeit aufsaugten. Hierauf wurden die Fäden in dem mit Watte verschlossenen Reagenzgläschen im Thermostaten bei 37° C. allmählich getrocknet, was in ungefähr 8 Tagen erzielt war. Mit dem Eindringen der Nährflüssigkeit in die Fadenstücke geriethen auch die Mikrococcen in dieselben d. h. zwischen die Fasern derselben und blieben nach Verdunstung der Flüssigkeit in und an dem getrockneten Seidenfaden gut haften.

Zur Prüfung, ob die Erysipelkeime sich noch fortpflanzungsfähig erweisen, wurden alle 2—3 Wochen sowohl Bouillonculturen als auch Gelatineplatten- und Stichculturen angelegt. Es stellte sich immer Entwickelung ein, die sich sogar zu einer sehr üppigen gestalten kann, wenn gleich sie 24 bis 30 Stunden verzögert sein konnte.

An den Seidenfäden angetrocknet waren die Erysipelcoccen den wechselnden Temperaturen und den schwankenden Feuchtigkeitsgraden des Laboratoriums unterworfen; gleichwohl hatten sie ihre Fortpflanzungsfähigkeit seit ihrer Austrocknung (21. XII. 85) bis Mitte August (18. VIII. 86) bewahrt, zu welcher Zeit die letzten pilzhaltigen Fäden verwendet wurden. Es gibt sich daher die geringe Empfindlichkeit der Erysipelbacterien gegenüber der Austrocknung deutlich kund.

V. Verhalten der Erysipelascoccen bei verschiedenen Temperaturen.

Wichtig für die Biologie der Erysipelbacterie dürfte es sein, die Temperaturgrenzen, innerhalb deren die Entwickelung möglich ist, zu bestimmen.

Während sich, solange die Gelatine fest blieb, die ersten Anfänge bereits am 2. Tage in Form einer äusserst zarten Trübung des Impfstiches darboten, welcher schliesslich nach 6—7 Tagen von einem aus mehr oder minder dicht gedrängten Pilzkugeln bestehenden Rasen eingenommen wurde, so bekam man beim Flüssigwerden der Nährgelatine in höherer Temperatur das dem Erysipel in Flüssigkeitsculturen eigenthümliche Wachsthum in Form einer anfänglich starken Trübung des Nährsubstrates und einer schliesslichen Ansammlung des Pilzbelages am Grunde des Reagenzgläschens.

Um die Einflüsse der verschiedenen Temperaturhöhen auf die Entwickelung der Culturen festzustellen und um zu erfahren, bei welcher Temperatur die Bacterien am üppigsten gedeihen, und bei welcher ihre Entwickelung verhindert wird, wurde eine Anzahl von Impfungen verschiedener Temperaturen einem auf constanter Temperatur erhaltenen Wasserbade ausgesetzt. Als Nährmedium wurde 8% F. P. G. benützt, welche bei den hohen Temperaturen sich verflüssigte. Man musste in diesen Fällen auf den Vorzug festen Nährsubstrats verzichten.

1. Impfung	bei 12—15° C.	langsame, besonders anfangs schwache Entwickelung
2. „	20,0° „	gute „
3. „	24,0° „	rasche, kräftige Entwickelung
4. „	35,0° „	üppige „
5. „	37,0° „	„ „
6. „	39,5° „	Pilzentwickelung reichlich
7. „	40,5° „	„ minder reichlich
8, „	41,5° „	„ „ „
9. „	42,5° „	Keine Entwickelung wahrnehmbar
10. „	45,0° „	Keine Entwickelung.

Aus der Versuchsreihe geht hervor, dass das Wachsthum der Erysipelmikrococcen auf Gelatine am besten und kräftigsten

bei einer constanten Temperatur von 24° C. vor sich geht; jedoch zeigt sich, dass höhere Temperaturen das Gedeihen der Erysipelvegetation begünstigen, besonders Temperaturgrade zwischen 35—39° C. Erst durch die Temperatur von 42,5° (und 45°) C. war die Pilzentwickelung verhindert.

Die Entwickelung der Erysipelculturen bei einer verhältnismässig niederen Temperatur stützt gewiss die Annahme einer ektogenen Vermehrung in hohem Grade.

Zur folgenden Versuchsreihe kommen ausser Gelatineculturen auch Reinzüchtungen in Bouillon und auf Agar-Agar zur Verwendung. Sie ergibt in noch höherem Grade die Wahrscheinlichkeit der ekanthropen Entwickelung und eine Erklärung für das Erkranken in den Wintermonaten, indem die Parasiten aus Temperaturgründen nicht auf den thierischen Körper angewiesen sind, um sich entwickelungsfähig zu erhalten.

	Stunden	Temperatur in ° C.	Wachsthum auf Gelatine			Wachsthum in Bouillon			Bemerkungen
			3. Tag	5. Tag	7. Tag	2. Tag	5. Tag	7. Tag	
1. Gut entwickelte Bouilloncultur	24	—16,0 bis —18,5	—	—	—	—	—	—	Hier waren leider fast 4 Wochen alte Culturen benützt
2. Gut entwickelte Gelatinecultur	24 24	—9 bis —12,0 —15 bis —17,5	—	—	—	—	—	—	
3. Gut entwickelte Gelatinecultur	24	—9 bis —12,0	—[1]	•	•	•	+	+	[1]) Spur von Entwickelung
4. Kräftige Bouilloncultur	15	—6 bis —2,8	+	+	+	+	+	+	Entwickelung sehr üppig
5. " "	15 24	—6 bis —2,8 —4,0 bis +7,5	+	+	+	+	+	+	
6. Bouilloncultur	12	in gefrornem Zustand	+	+	+	+	+	+	
7. Controlversuch			+	+	+	+	+	+	
8. Kräftige Bouilloncultur	24	40	+	+	+	+	+	+	
9. " "	24	43	—	—	•[2]	—	—	•	[2]) Ziemlich schwach
10. " "	24	48	—	—	—	—	—	—	

Erklärung der Zeichen: — bedeutet keine Entwickelung.
• " schwache Entwickelung.
+ " gute Entwickelung.

Man ersieht aus der Tabelle, dass die Erysipelculturen trotz anhaltender, ziemlicher Kälte, einmal trotz 12stündigen Gefrorenseins ihre Entwickelungsfähigkeit nicht verloren hatten; 24 Stunden sehr intensiven Frösten ausgesetzt liessen sie, nach der Uebertragung in günstige Temperatur (22 resp. 35 ° C.) gebracht, keine Entwickelung mehr wahrnehmen; doch ist dieses letzte Resultat nicht ganz beweisend, weil etwas zu alte, vielleicht schon geschwächte Culturen zum Versuche verwerthet wurden.

Bei 40 ° C. konnten sich die Coccen noch gut weiter entwickeln, während bei 43 ° C. sie nicht oder fast nicht mehr selbst auf den ihnen günsigsten Nährboden fortzupflanzen waren. Bei 24stündiger Einwirkung einer Temperatur von 48 ° C. waren die Culturen sicher abgestorben.

Zur Anstellung der Kälteversuche wurden die Culturen während der winterlichen Tage und Nächte auf einen freien Platz, dessen Temperatur genau bestimmt wurde, gebracht, so dass die Versuchsverhältnisse den in der Natur gegebenen vollkommen entsprachen.

Bei den bisherigen Versuchen hatten die hohen und niederen Temperaturen auf die Erysipelkeime in feuchtem Zustande eingewirkt. Um nun auf das Verhalten im trockenen Zustande gegenüber den Temperaturen zu studiren, wurde noch folgende Versuchsanordnung getroffen.

Erysipelcoccenhaltige, trockene Seidenfäden wurden in ein mit Watte verschlossenes, sterilisirtes Reagenzgläschen übertragen und dann eine bestimmte Zeit der betreffenden Temperatur ausgesetzt.

Seidenfäden	Stunden	Temperatur in ° C.	Entwickelung auf Gelatine			Entwickelung in Bouillon			Bemerkungen
			3. Tag	5. Tag	7. Tag	3. Tag	5. Tag	7. Tag	
trocken	24	—14 bis —18	—	—	•	—	•	•	
	15	—6 bis —2,8 —4 bis +7,5	•	+	+	+	+	+	
	15	—6 bis —2,8	*	+	+	+	+	+	
Controlv.			+	+	+	+	+	+	
	24	42	—	—	• [1])	—	—	•	[1]) sehr schwach
	24	54	—	—	—	—	—	—	

Hier bekommt man gleichfalls wieder, wie zuvor bei Anwendung von Culturen, das merkwürdige Resultat, dass im trockenen Zustande die Erysipelcoccen von den hohen Kältegraden in ihrer Entwickelungsfähigkeit nicht beeinflusst werden können. Ebenso scheinen sie höheren Temperaturen gegenüber sich resistenter zu verhalten, wie im feuchten Zustande.

VI. Verhalten der Erysipelascoccen einigen Reagentien (vorzüglich Liquor ferri sesquichlorati) gegenüber.

Auf den Wunsch meines jetzigen Chefs, des Herrn Geheimrath Professor Winckel, führte ich eine Reihe von Versuchen aus, welche das Verhalten der Coccen verschiedenen Reagentien, namentlich dem Liq. ferr. sesquichl. gegenüber, welchen Winckel zur Aetzung der Puerperalgeschwüre benutzt, erforschen sollten. Winckel dachte bei seiner scharfsinnigen und exacten Forschungs- und Untersuchungsmethode an die Möglichkeit, durch Aetzung von Puerperalgeschwüren mit unverdünntem Liq. ferr. sesquichl. direct die Erysipelcoccen mit einzuimpfen, und forderte mich auf, die Frage auf experimentellem Wege zu entscheiden.

Nachdem vorerst durch Hinzusetzen des Liq. ferr. sesquichl. zu den Nährmedien die Wirkung desselben auf die Erysipelascoccen, inwieweit nämlich ein Einfluss im Wachsthume und der Entwickelung der Culturen sich geltend machte und welche Menge zur Hintanhaltung und völligen Verhinderung einer Entwickelung sich nöthig zeige, studirt werden wollte, was aber dadurch vereitelt wurde, dass durch den Liquor die Substanz gefällt oder niedergeschlagen wurde, oder sich flockige Ausscheidungen bildeten, war nur mehr der einzige Weg übrig geblieben, mit den Erysipelcoccen an Seidenfäden zu operiren.

Die sterilisirten Fadenstücke, welche begierig die concentrirte Coccensuspension aufnahmen, wurden theils vor dem Versuche bei 37° C. im Thermostaten getrocknet, theils direct, d. h. in noch feuchtem Zustande zu den Experimenten verwendet.

Es wurden gewöhnlich mehrere Fadenstücke mit ausgeglühtem Platinhäkchen, wie es zum Abimpfen von Colonien auf den Platten-

culturen in Gebrauch ist, aus dem Reagirgläschen geholt und mit der zu prüfenden Substanz (Liq. ferr. sesquichl., Sublimat etc.) zusammengebracht, nachdem dieselbe vorher in ein durch trockene, zweistündige Hitze von 160° C. sterilisirtes Gefäss gekommen war. Die Fäden wurden sofort in der Lösung untergetaucht und eine bestimmte Zeit darin belassen. Alsdann in kochsalz- und peptonhaltige Rinderbouillon verbracht, verursachten sie in dieser Nährlösung einen reichlichen, flockigen Niederschlag. Sie wurden daher sowohl aus diesem Grunde als auch zur Verhinderung einer Nachwirkung des Medicaments in ein zweites Bouillonglas übertragen. In beiden Gläsern wurde genau auf Entwickelung geachtet, nachdem sie in den Brütofen gestellt waren. Zur Controle wurden Seidenfäden in der nämlichen Weise nur mit sterilisirtem Wasser statt der zu prüfenden Substanz behandelt und den gleichen Entwickelungsbedingungen ausgesetzt.

Geprüft wurden einstweilen auf diese Weise Liquor ferri sesquichlorati, Sublimat in 1/00 und 1/000 Lösung und Alkohol; und zwar wirkten die Substanzen sowohl auf die Bacterien im feuchten als auch im ausgetrockneten Zustande während einer Zeitdauer von 5 oder 10 Minuten ein.

Es ergab sich, dass bei Einwirkung von 1/00 und 1/000 Sublimat sowohl nach 10 Minuten als auch bereits nach 5 Minuten die Entwickelungsfähigkeit der Bacterien aufgehoben war. Dagegen hemmte Alkohol zwar die Entwickelung, diese wird aber nicht verhindert, sondern nur verzögert; dabei zeigte sich, dass von den trockenen Seidenfäden raschere und üppigere Entwickelung ausging, während die im feuchten Zustande behandelten Coccen erst einige Tage später (48—60 Stunden) durch ihre Entwickelung Trübung der Bouillon verursachten.

Die Einwirkung des unverdünnten Liq. ferr. sesquichl., mag sie 10 oder auch 5 Minuten betragen, beraubt die Erysipelascoccen sowohl in feuchtem als auch ausgetrocknetem Zustande ihrer Fortpflanzungsfähigkeit und tödtet sie. Hieraus folgt der Schluss, dass eine Uebertragung des Erysipelvirus mit unverdünntem Liquor z. B. auf die Genitalschleimhaut von Wöch-

nerinnen bei Aetzung von Puerperalgeschwüren ausgeschlossen erscheint.

Anders verhält es sich, wenn das Erysipelgift bereits auf eine Wunde gelangt ist und dann der Liquor applicirt wird. Hier erweist sich die therapeutische Wirkung des Liquor nicht als genügend oder ausreichend. Zwar tödtet der Liquor, wenn er unverdünnt zur Anwendung kommt, die an der Wundoberfläche vorhandenen Bacterienmassen, die unmittelbar mit ihm in Berührung kommen. Sind aber die Erysipelascoccen bereits in das Gewebe eingedrungen, so werden sie, mögen sie auch gar nicht tief in die Gewebsschichten der Eingangspforte hineingewuchert sein, in ihrer Entwickelung etwas gehemmt; sie werden aber nicht vernichtet, sondern sie zeigen sich nur in ihrem Vermehrungsprocesse alterirt. Beim Zusammentreffen des Liquor ferri sesquichl. mit dem Gewebe bilden sich nämlich in der gleichen Weise wie bei den künstlichen Nährsubstraten unlösliche, nicht mehr die desinficirende Wirkung besitzende Verbindungen und Fällungen, welche zur Bildung eines trockenen Schorfes führen. Unter diesem Schorfe wuchern die nicht vom Liquor direct erreichten Bacterien des Erysipels weiter und veranlassen trotz der Application des die Erysipelbacterien sicher tödtenden Liq. ferr. sesquichl. ein Umsichgreifen des infectiösen Krankheitsprocesses. Die Erkrankung nimmt nun den ihr eigenthümlichen Verlauf nach einer scheinbaren, vorübergehenden Hemmung und Verzögerung durch die therapeutische Anwendung des Medicaments.

Diese Gesichtspunkte resultirten aus einer kleinen Reihe von Thierexperimenten, von denen ich nur eines anführen möchte. Noch niemals wurden Thierversuche herangezogen, wenn man die desinficirende Wirkung von in Frage kommenden Substanzen studiren wollte, sondern man begnügte sich immer mit der Anwendung künstlicher Nährböden. Weit entsprechender den natürlichen Verhältnissen gestalten sich die Versuchsbedingungen, wenn der Thierkörper das künstliche Nährsubstrat ersetzt. In der That ergaben sich hierbei sehr hübsche Resultate.

Versuch.

4. Mai 1886.

Maus I. Ein mit Erysipelascoccen [1]) getränkter und getrockneter Seidenfaden wurde 40—60 Secunden lang in unverdünnten Liquor ferri sesquichlorati gebracht und dann eiligst in die bereits vorher präparirte Hauttasche an der Schwanzwurzel gebracht. Die Rückenhaut der (weissen) Maus war sorgfältig geschoren und mit Sublimat und sterilisirtem Wasser gut gereinigt. Zum Schliessen der ziemlich klaffenden Wunde wird eine Spur Liquor darauf gegeben.

In den ersten 3—5 Stunden nach der Impfung sträubt das Thier stark das Fell, offenbar wegen Schmerzen infolge der geätzten Impfwunde.

Maus II (Controlversuch): Dem gleich grossen Thier wird in gleicher Weise ein coccenhaltiger Seidenfaden an der Schwanzwurzel unter die Rückenhaut eingeführt. Liquor wird nicht applicirt.

Das Mäuschen zeigt während des ganzen Tages ungestörte Munterkeit und Fresslust.

5. Mai.

Maus I. Das Thierchen hat sich offenbar vollkommen vom Eingriff der Operation erholt, hüpft munter im Becherglase und ist sehr gefrässig. Eine Anschwellung und Röthung der Haut ist nicht bemerkbar, eher eine Anämie der Umgebung. Die Wunde ist reactionslos und mit trockenem, rothbraunem Schorf bedeckt.

Maus II. Das Thier ist schwer krank, hält sich ruhig vergraben und lässt sich von dem einmal eingenommenen Platze nicht vertreiben. Von der Wunde an der Schwanzwurzel ausgehend entwickelt sich eine Röthung und Schwellung der Rückenhaut, welche sich bis gegen Abend nach vorne zu etwas verbreitet. Die Wunde selbst ist mit gelblichem Wundschorf geschlossen.

6. Mai.

Maus I. Das Thier ist anscheinend vollkommen wohl, frisst begierig und zeigt keine erysipelatösen Erscheinungen.

Maus II. Fell hochgradig gesträubt. Kopf gegen die Brust angezogen (in sehr charakteristischer Weise) und gegen den Boden angepresst. Fresslust verschwunden. Röthung und Schwellung weit nach vorne gewandert.

7. Mai.

Maus I. Das Thierchen ist heute etwas weniger munter; auch ist die Fresslust etwas herabgesetzt. Erysipel ist nirgends zu erkennen.

Maus II. Das Erysipel dehnt sich über die Schulterblattgegend aus Sehr struppiges Fell besonders innerhalb der afficirten Bezirke. Das Thier frisst Weniges.

8. Mai.

Maus I. Die Fresslust ist wieder zurückgekehrt, wenngleich das Thierchen etwas traurig erscheint. Bei genauer Untersuchung findet man

1) Die Erysipelbouilloncultur, welche zum Inficiren der Fadenstücke benützt wurde, war kaum oder eben abgelaufen.

eine schwache, aber unverkennbare Schwellung des Kopfes und der Schnauze des Mäuschens. Zugleich ist rosige Röthe vorhanden. Auch die Halshaut ist geröthet. Die Haare der Kopfhaut sind gesträubt.

Maus II. Das Erysipel wandert über den Hals hinweg auf die Kopfhaut über. Das Thier reagirt nicht mehr Stoss und Schall.

9. Mai.

Maus I. Das Erysipel an Hals und Kopf nimmt etwas an Intensität zu. Die Fresslust des Thierchens ist erhalten.

Maus II. Der Schorf der Operationswunde stösst sich ab. Das Erysipel an der Schwanzwurzel bildet sich völlig zurück, besteht aber sehr intensiv an Hals und Kopf fort. Das Thierchen verhält sich ganz bewegungslos und frisst nur sehr wenig.

10. Mai.

Maus I. Das Erysipel des Kopfes verschwindet im Laufe des heutigen Tages. Damit kehrt die Munterkeit und Beweglichkeit des Thierchens wieder zurück.

Maus II. Das Thierchen liegt bei stark gesträubtem Fell ruhig, ohne das Geringste zu fressen und stirbt gegen Abend.

Bei dem eben angeführten Versuche war das Resultat ein einwurffreies, indem bei der Controlmaus ein tödlicher Krankheitsausgang erzielt wurde, während das behandelte Thier zwar an der gleichen Affection erkrankte, aber in minder heftiger Weise. Wenn auch bei einem anderen Parallelversuche beide Thiere, sowohl das mit Liq. ferr. sesquichl. behandelte Thier wie das Controlthier, am Leben blieben, so war doch auch der Einfluss des Aetzmittels ganz unverkennbar, namentlich in Bezug auf den Ort, wo der infectiöse Process zur Entwickelung gelangte, und auf die Intensität und den Verlauf des Erysipels selbst. In beiden Fällen kam das Erysipel nicht am Infectionsorte, wie bei den Controlversuchen, zum Ausbruch, sondern erst in ziemlicher Entfernung von demselben, am Kopfe oder Halse. Ferner entwickelte sich das Erysipel meist volle 2—4 Tage später als bei den Controlmäusen, die sofort die charakteristischen Hautveränderungen zeigten; dabei war das Erysipel von geringem Grade und hatte wenig oder gar nicht Belang auf das Allgemeinbefinden der Versuchsthiere, während bei den Controlmäusen sich schon am nächsten Tage eine intensive, ödematöse Schwellung mit Röthung entwickelte, und das Thier entweder durch Allgemeininfection sterben oder mindestens schwer krank machte.

VII. Uebertragungsversuche mit Streptococcus pyogenes.

Nach den wenigen Impfversuchen an Mäusen und Kaninchen ging eine sehr geringe infectiöse Wirkung der Eiterkettencoccen gegenüber den Erysipelcoccen hervor. Die Mäuse starben nicht an Allgemeininfection wie bei Einverleibung von Erysipel, dagegen entwickelte sich ein charakteristischer Process, nämlich die Bildung eines subcutanen Abscesses, indem die Coccen auf die Infectionsstelle beschränkte, pyogene Eigenschaften entfalteten. Nachdem die Abscesse nach aussen durchgebrochen waren, verheilte die Geschwürfläche durch üppige Granulationswucherung, und das Thier war genesen.

Während bei Erysipel mitunter eine hübsch fortschreitende Röthung mit leichter Schwellung bei subcutaner Application an der Kaninchenhaut zu beobachten war, blieb trotz der colossalen Menge der injicirten Eiterkettencoccen die Reaction ganz und gar aus. Ebenso ergab eine intravenöse Einbringung der Eiterstreptococcen ein negatives Resultat.

Es unterscheiden sich daher die Erysipelmikrococcen von denen des Eiters in erheblicher Weise durch die Experimente, wenn es auch nicht gelang, selbst mit enormen Massen von Streptococcen am Ohr oder in der Rückenhaut des Kaninchens Eiterungen zu erzeugen.

Die Uebertragungsversuche wurden theils mit Culturen angestellt, welche von Passet'schen Züchtungen herstammten, theils wurden Culturen verwendet, welche ich aus einer exquisiten Bursitis praetalaris sin. eines 18jährigen Dienstmädchens selbst rein cultivirte.

1. Versuch.

Subcutane Infection einer weissen Maus.

8. Februar 1886. Es werden einer weissen Maus von einer Eiterkettencoccen-Bouillonreincultur, welche von einer von Passet überkommenen Züchtung abstammte und in ca. 1,5 ccm Flüssigkeit aufgeschwemmt war, 12 Theilstriche unter die linke Rückenhaut subcutan beigebracht.

In den nächsten beiden Tagen befand sich das Thier vollkommen gesund, und es zeigte sich eine kaum merkliche, diffus erscheinende Röthung mit äusserst geringer Schwellung um den Impfstich, Erscheinungen, die bei nicht sehr genauer Untersuchnng übersehen hätten werden müssen.

Am 5. Versuchstage (12. Februar) hatte sich um die Infectionsstelle herum ein ungefähr ²/₃ haselnussgrosser, entzündlicher Knoten gebildet, welcher bei intensiver Hautröthe und prall elastischer Resistenz in Abscedirung überging.

Nach weiteren 4 Tagen (16. Februar) war beginnende Heilung an der abscedirenden Stelle zu bemerken, indem an Stelle der Eiter secernirenden Fläche üppiges, rothes Granulationsgewebe sich bildete.

Der ungefähr fast zehnpfennigstückgrosse Geschwürsdefect verheilte allmählich (17. Februar), so dass bis zum 19. Februar die ganze wunde Fläche vernarbt war und der Process in Genesung geendet hatte.

2. Versuch.

Subcutane Injection am Kaninchen.

9. Juni 1886. Von einer aus eitriger Bursitis praepatellaris selbst reingezüchteten Eiterkettencoccen-Bouilloncultur 2. Gen., in 2 ccm Flüssigkeit aufgeschüttelt, werden einem Kaninchen mit gelblichem Felle mehr als 16 Theilstriche subcutan unter die linke Rückenhaut gespritzt.

Am folgenden Tage ist keine Reaction vorhanden, weder Temperaturerhöhung an der Injectionsstelle oder per anum, noch Röthung oder Schwellung.

11. Juni. Vielleicht erhöhte Temperatur an der Infectionsstelle.

12. Juni bis 2. Juli. Es traten niemals irgendwelche Symptome auf.

3. Versuch.

Cutane Impfung des Kaninchenohres.

9. August 1886. Ein kräftiges Kaninchen erhielt 5 Theilstriche einer in 1,0 ccm aufgeschwemmten Bouilloncultur 4. Gen. aus Bursitis praepatellaris an der rechten Ohrspitze injicirt, nachdem vorher noch mehrere Impfstiche ausgeführt waren.

10. August. Um die Impfstiche zeigten sich linsengrosse, stark geröthete und deutlich geschwellte Höfe; gleiche Beschaffenheit bot die Injectionsstelle, an welcher trotz der grossen Coccenmenge keine intensiveren Erscheinungen auftraten. Die Ohrgefässe sind nicht injicirt, die Temperatur des Ohres nicht erhöht.

11. August. Die entzündlichen Herde confluiren nicht, nehmen aber dabei und ohne sich weiter auszudehnen dunkelblaulivide und undurchsichtige Röthung an.

12. August. Die Höfe um die Impfstellen sind wie gestern beschaffen. Am äusseren Rande des Ohres entwickelte sich eine unregelmässige, fleckige, an verschiedenen befallenen Stellen verschieden intensive Röthung mit offenkundig kriechendem Charakter, ohne scharf abgesetzt zu sein, sondern allmählich in die Normalhaut übergehend; zugleich machte sich eine ganz unbedeutende, ödematöse Durchtränkung am ganzen Ohre geltend. Die Ohrgefässe sind immer noch injicirt, wohl aber erscheint die Temperatur etwas erhöht.

13. August. Status idem. Die ungleichmässige Röthung ist an einzelnen Stellen stärker livid geworden, an anderen dagegen heller, und ist nicht zusammenhängend wie bei Erysipel.

14. August. Die Röthung ist bis zur Ohrwurzel fortgeschritten; es zeigte sich deutlich, dass sie nur durch Dilatation vereinzelter Capillargebiete bewirkt ist und nicht in continuo an Blutgefässen sich weiter schiebt. Am unteren Drittel des Ohres finden sich an einigen Stellen capilläre Blutextravasate. Das Ohr zeigt nicht erheblich erhöhte Temperatur; die grösseren Blutgefässe sind nicht injicirt.

15. August. Die fleckige, ungleichmässige und nicht zusammenhängende Röthe, welche sich nicht den Gefässen entlang ausgebreitet hatte, besteht fort. Bei durchfallendem Lichte zeigte sich eine schwarzrothe, undurchsichtige Stelle von Zehnpfennigstück-Grösse. Das Oedem, welches im Gefolge auftrat, war nur wenig angedeutet und leicht zu übersehen, doch deutlich vorhanden.

16. August. Beginn der Rückbildung.

17. August. Die Capillarblutaustritte sind noch vorhanden; Eiterung trat nicht auf.

4. Versuch.

Intravenöse Application beim Kaninchen.

Einem gelblichen Kaninchen werden in die blossgelegte, rechte Ohrvene 2 Bouillonculturen 3. Gen., aus Bursitis praepatellaris in concentrirter Pilzsuspension einverleibt.

Das Thier befand sich sowohl in den nächsten Tagen nach der Operation als später ganz wohl. Es frass gut und zeigte seine volle Munterkeit. Beobachtungszeit wegen plötzlicher Abreise allerdings nur 16 Tage.

VIII. Kettenmikrococcen bei Cholera nostras.

Um noch kurz die Thierversuche mit den Kettenmikrococcen bei Cholera nostras und deren Resultate anzufügen, so waren die gefundenen Bacterien durch ihre besonders geringe Infectiosität ausgezeichnet und unterschieden sich dadurch wesentlich von Erysipelasmikrococcen und auch vom Streptococcus pyogenes, wiewohl sie sich letzterem mehr nähern, ein Umstand, welcher nicht unwichtig für die Aetiologie der eiterigen Geschwüre im Magendarmkanal sein dürfte.

Die Maus, welche subcutan inficirt wurde, bekam nur geringe Schwellung mit schwärzlicher Röthung. Das Kaninchenohr zeigt an der Infectionsstelle intensive, entzündliche Röthung und Schwellung mit rascher Rückbildung, ohne dass der Process weitere Ausdehnung erlangte.

1. Versuch.

Subcutane Infection an einer weissen Maus.

16. August 1886. Eine weisse Maus bekam von einer in 0,9 ccm aufgeschwemmten Bouilloncultur 3. Gen. 8 Theilstriche subcutan unter die Rückenhaut gespritzt.

17. August. Die Maus sträubt zwar in ziemlichem Maasse das Fell; doch lässt sich weder Schwellung noch Röthung der Rückenhaut erweisen. Die Athmung erfolgt etwas mühsam und stossweise.

18. August. Es zeigt sich jetzt eine ganz schwache Röthe, aber unverkennbare Schwellung an der Schwanzwurzel.

19. August. Schwellung an der Kopfhaut sehr deutlich; ausgeprägte Injection der Ohrgefässe. An der Schwanzwurzel besteht die Affection weiter.

20. August. Rückgang an der Schwanzwurzel und am Kopfe. Es folgt Heilung ad integrum.

2. Versuch.

Impfung des Kaninchenohres.

16. August 1886. Von einer in 0,9 ccm aufgeschüttelten Bouilloncultur 3. Gen. erhielt ein Kaninchen 4 Theilstriche in die rechte Ohrspitze.

17. August. Röthung und schwache Schwellung um den Impfstich. Die Blutgefässe sind wenig, aber deutlich injicirt.

18. August. Die Röthung ist etwa bis zur Mitte des Ohres längs den dilatirten Blutgefässen ausgebreitet, ist hell bei durchfallendem Lichte, und mit ganz leichter, ödematöser Schwellung verbunden.

19. August. Status idem. Rückbildung.

20. August. Es bleibt eine derbe Infiltration des Stichkanals zurück.

Es bleibt mir noch übrig, an dieser Stelle von den Ergebnissen nur einige der hauptsächlichsten Gesammtresultate der vorzüglich an menschlichem Material gemachten Untersuchungen in Kürze zusammenzustellen, verweisend auf die nach jedem Abschnitte beigefügten Resumés.

1. Die epidemische Gesichtsrose (das früher sog. idiopathische oder medicinische Erysipel mit phlegmonoiden Erscheinungen) wird durch die nämlichen Fehleisen'schen Erysipelaskettenmikrococcen wie der traumatische, scharf begrenzt wandernde Wundrothlauf hervorgerufen; dabei werden die Erysipelasmikrococcen vorzugsweise in den Lymphgefässen und Maschenräumen des cutanen und subcutanen Gewebes angetroffen, vermögen aber auch bei reichlicher Entwickelung von den Capillargefässen aus in die Blutbahn aufgenommen zu werden. — Mit der Entwickelung und mit dem Fortschreiten des Erysipels geht Hand in Hand die Verbreitung und Weiterwucherung der sich rapid vermehrenden Coccen. Es entspricht also der Intensität der Erkrankung eine massenhafte Coccenansammlung. — Schliesslich war man in der Lage, durch Uebertragung der aus den betreffenden Fällen

erhaltenen Culturen typisches, scharf begrenztes, wanderndes Erysipel zu erzeugen.

2. Es können Fälle von Puerperalfieber auf Erysipelinfection beruhen; und diese sind als innere, puerperale, gewöhnlich maligne Erysipele aufzufassen.

Am Schlusse meiner Arbeit verbleibt es mir noch, meinen angenehmen Pflichten des Dankes nachzukommen. So spreche ich Herrn Geheimrath Prof. Dr. Winckel, meinem jetzigen Chef, meinen innigsten Dank dafür aus, dass er mir in freundlicher Weise das Krankenmaterial seines gynäkologischen Institutes zur Verfügung stellte und zu manchen Untersuchungen mich anleitete. In gleicher Weise bin ich Herrn Geheimrath Prof. Dr. v. Ziemssen für die gütige Ueberlassung einer Erysipelleiche und Herrn Prof. Dr. Bollinger für die Ueberlassung der Sectionsberichte zum grössten Danke verpflichtet.

Vor allem aber fühle ich mich gedrungen, Herrn Geheimrath Prof. Dr. v. Pettenkofer dafür, dass er mir durch seine gütige und freundliche Erlaubnis die Arbeit im bacteriologischen Laboratorium seines hygienischen Institutes auszuführen gönnte und mir mit gewohnter Liebenswürdigkeit die Mittel seines Institutes zur Verfügung stellte, an dieser Stelle meinen innigen Dank zum Ausdrucke zu bringen. Zum Schlusse erfülle ich noch die angenehme Schülerpflicht, meinem lieben Lehrmeister in der bacteriologischen Technik, Herrn Privatdocenten Dr. Emmerich, welcher mit Rath und That mich stets unterstützte, meinen tiefgefühltesten Dank auszusprechen; habe ich es ja einzig und allein seiner Unterweisung in den bacteriologischen Untersuchungsmethoden zu danken, dass ich mich an diese Arbeit, welche das Thema einer Preisfrage war, wagen konnte.

Verzeichnis der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Schnitt durch die Leber bei Erysipelas faciei (Kinast). Zeiss *AA* Oc. II.

„ 2. Der gleiche Schnitt der Leber bei starker Vergrösserung (Zeiss Imm. $^1/_{18}$ Oc. II). Die Erysipelascoccen in den Capillaren der Leber.

„ 3. Schnitt durch die Milz bei Erysipelas faciei (Kinast). Zeiss *AA* Oc. II; blaue Coccenheerde im Parenchym. Blutextravasate.

„ 4. Der gleiche Schnitt bei 810facher Vergrösserung. Am Rande der Coccenansammlungen Kettenbildung sichtbar. Blutzelleninfiltration des Gewebes.

„ 5. Nierenschnitt bei Puerperalfieber (Erysipelas puerperale grave internum) bei schwacher Vergrösserung (Zeiss *AA* Oc. II). Mehr oder minder dichte Erysipelas-Coccenansammlungen in den Glomerulis, im interstitiellen Gewebe zwischen den Harnkanälchen, deren Nekrose deutlich ausgedrückt ist.

„ 6. Glomerulus links unten in der vorhergehenden Figur bei 810facher Vergrösserung (Zeiss Imm. $^1/_{18}$ Oc. II). Eine Gefässschlinge des Glomerulus vom Mikrococcenthrombus gesprengt; der Glomerulus selbst, sowie der Kapselraum von den Erysipelascoccen diffus durchsetzt und erfüllt.

Tafel II.

Fig. 1. Leber bei Puerperalfieber (Erys. puerp. grave int.) in schwacher Vergrösserung (Zeiss *AA* Oc. II). Im braunen Gewebsgrunde die blau erscheinenden Coccenanhäufungen.

„ 2. Milz der gleichen Wöchnerin in starker Vergrösserung (Zeiss Immers. $^1/_{18}$ Oc. II).

„ 3. Züge von Erysipelcoccen im subcutanen Fettgewebe bei tiefem Erysipel des Gesichts, mit Typhus abdom. complicirt. Zeiss Immers. $^1/_{18}$ Oc. II.

„ 4. Ein Schnitt durch die Niere der gleichen Patientin. Erysipelcoccencolonien im interstitiellen Bindegewebe und in den Gefässcapillaren. Zeiss Immers. $^1/_{18}$ Oc. II.

„ 5. Nierenschnitt vom nämlichen Fall: Blutgefäss mit wandständigem Pilzthrombus; durch die Gefässwandung durchdringende Erysipelkettencoccen. Zeiss Immers. $^1/_{18}$ Oc. II.

„ 6. Erysipelcolonien auf Nährgelatine; die helleren, oberflächlichen Colonien bei Zeiss *AA* Oc. III, die tiefen, dunkleren bei Zeiss *AA* Oc. II gezeichnet.

Während die in den Text eingefügte Zeichnung der erysipelkranken Maus und Fig. 5 und 6 auf Tafel I, ferner Fig. 1, 2, 4 und 6 auf Tafel II von C. Krapf in München gezeichnet und lithographirt wurde, hat der Verfasser Fig. 1—4 auf Tafel I und Fig. 3 und 5 auf Tafel II, sowie die in den Text gegebenen mikroskopischen Bilder selbst gezeichnet.



Joh. Roth. del. W. T. München.

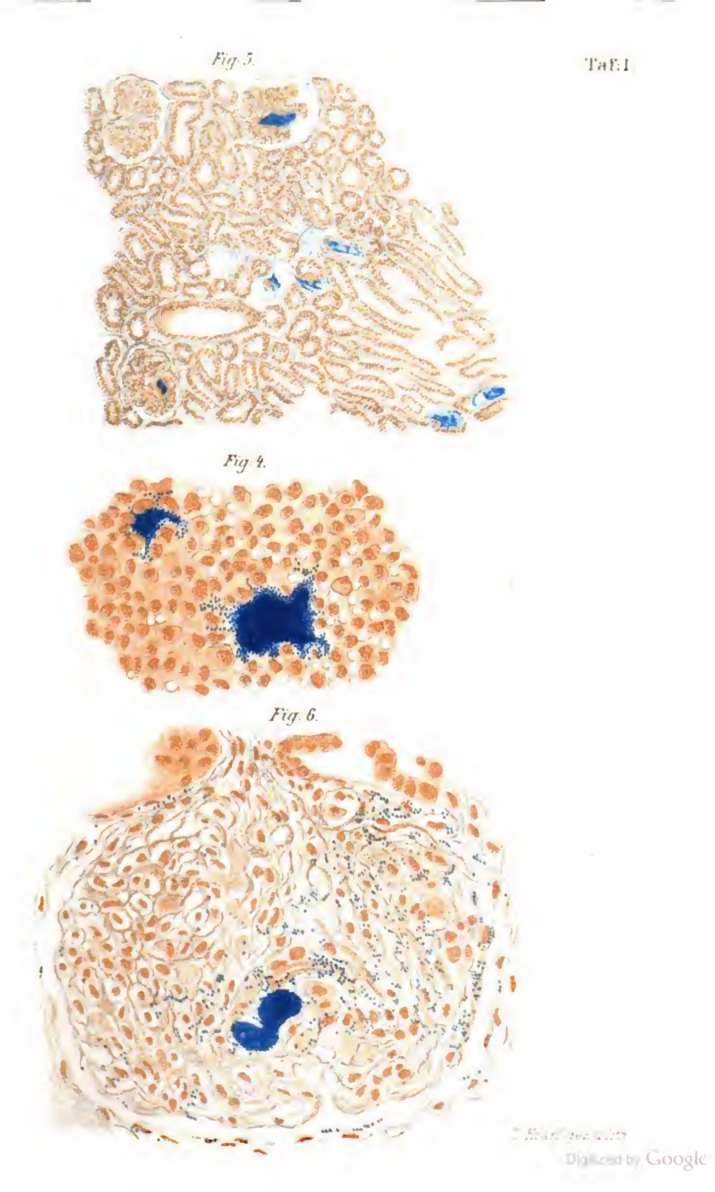

Fig. 3.
Taf. I
Fig. 4.
Fig. 6.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Taf: II.

Fig: 4.

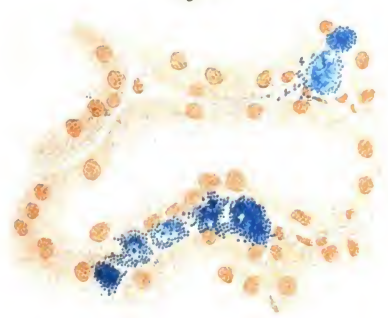


Fig. 6

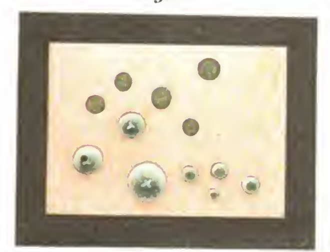
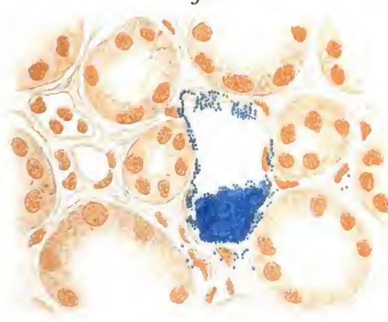


Fig: 5.



Experimentelle Studien über den Einfluss technisch und hygienisch wichtiger Gase und Dämpfe auf den Organismus.

Theil III und IV: **Chlor und Brom.**

Von

Dr. K. B. Lehmann,

Privatdocent und Assistent am hygienischen Institut.

(Aus dem hygienischen Institut in München.)

1. Einleitung.

Neben den bisher näher untersuchten ätzend wirkenden Gasen: Schweflige Säure, Salzsäure und Ammoniak beanspruchen vor allem Chlor und Brom ein eingehendes Studium ihres Verhaltens zum Organismus. Denn einmal spielt namentlich das Chlor eine hervorragende Rolle in der Technik, zweitens sind Chlor und Brom zwei unserer häufigst angewendeten Desinfectionsmittel und endlich fehlt es so ziemlich an allen brauchbaren Angaben über die Wirkung kleinerer Halogendosen auf Warmblüter, über die Giftigkeitsgrenzen und über den Chlorgehalt in der Fabrikluft.

Es liegt ausserhalb des Zweckes meiner Arbeiten, jedesmal eine vollständige Uebersicht über die Gewerbebetriebe zu geben, bei denen die untersuchten Gase in Anwendung gezogen werden, ich begnüge mich, da mir hierüber noch ausgedehntere, persönliche Erfahrungen fehlen, vielmehr mit einem summarischen Ueberblick (z. Th. nach Eulenberg). Die wichtigsten Chlorindustrien sind: Die Fabrication von Chlorkalk und Eau de Javelle, das Bleichen von Leinwand und Baumwolle, Schwämmen, Elfenbein, Knochen, Holz und in neuerer Zeit besonders des Halbstoffs in den Papierfabriken, theils auf trockenem Wege durch

Chlordampf in Kammern theils und zwar vorzugsweise auf nassem Wege mit Chlorkalk und Schwefelsäure in den sogenannten Bleichholländern. Ausserdem kommt es gelegentlich zur Chlorentwickelung in der Färberei[1]), bei Metallarbeiten, so beim Verzinnen, beim Damasciren von Flintenläufen[2]) etc. Chemische Fabriken und Laboratorien machen ausgedehnten Gebrauch von Chlor, namentlich findet bei der wissenschaftlichen und technischen Darstellung zahlreicher, organischer Verbindungen Chlor eine sehr häufige Verwendung.

Zu Epidemiezeiten endlich gehört der Chlordampf zu den Landplagen, bis in die neueste Zeit fährt man noch fort Nase, Augen und Athmungsorgane der Menschen mit Chlormengen zu quälen, die, wie ich noch ausführen werde, für den Menschen zwar äusserst lästig für eine wirksame Prophylaxe aber kaum von irgendwelcher Bedeutung sind. Etwas mehr Berechtigung als die Desinfection von lebenden Menschen mit Chlor hat die von todten Gegenständen, dennoch wird auch diese in der Mehrzahl der Fälle besser mittels gespannter Wasserdämpfe vorgenommen.

Brom kommt in der Photographie, in chemischen Laboratorien und Fabriken chemischer Producte zur Wirkung, am häufigsten aber kann es gesundheitsschädliche Wirkungen in den Bromfabriken selbst entfalten. Seitdem Dr. A. Frank (Charlottenburg) durch die Herstellung des Bromum solidificatum (Bromkieselguhr) eine leichte Dosirung und ein sehr bequemes Handhaben des Broms möglich gemacht hat, ist es auch vielfach zu Desinfectionszwecken in Anwendung. Immerhin findet das Brom dem Chlor gegenüber z. Th. wohl seines höheren Preises wegen eine bisher nur schwache und beschränkte Anwendung.

Bei der grossen praktischen Bedeutung und vielfachen Anwendung der Halogene einerseits und ihren intensiven Einwirkungen auf den Organismus andererseits dürfte man wohl erwarten, dass die toxicologischen Eigenschaften dieser Gase sowohl ein genaues, experimentelles Studium gefunden hätten,

---

1) Heinzerling, Gefahren und Krankheiten in der chemischen Industrie Heft 9 S. 221.

2) Poincaré, Traité d'hygiène industrielle. 1886.

als voraussetzen, dass die klinische Erfahrung über Unglücksfälle am Menschen eine ausgedehnte sein müsste.

2. Die Einwirkung von Chlor und Brom auf Menschen und Thiere nach den Angaben der Literatur.

Nach Böhm [1]) waren bis 1880 11 Fälle von acuter Chlorgasvergiftung am Menschen beschrieben, vereinzelte neue Fälle kommen fast jedes Jahr hinzu, ohne dass dadurch sich unsere Kenntnis wesentlich vermehrte. Die Darstellung von Eulenberg [2]), die ich hier zur Orientirung abdrucke, entspricht ungefähr dem, was man gegenwärtig hierüber in den verschiedenen Lehrbüchern findet.

»Die primäre Einwirkung des Chlor gibt sich stets durch Reizung der Respirationswege kund. Es entsteht Husten, Schnupfen, Heiserkeit, schmerzhaftes Schlucken oder entzündliche Affection des Kehlkopfs. Der Husten kann sich zu einer solchen Heftigkeit steigern, dass nicht selten Blut aus Nase und Mund stürzt. In einem concreten Falle wurde sogar hierdurch ein Riss im Trommelfell hervorgerufen; Zerreissung der Lungenalveolen und die dadurch erzeugte Lungenblutung kann Todesursache werden. Taumel und Schwindel steigert sich bisweilen bis zum bewusstlosen Hinstürzen oder der asphyktische Zustand tritt plötzlich ohne alle Vorboten ein. An der frischen Luft schwindet in der Regel die grösste Gefahr, nicht selten bleibt aber in solchen Fällen ein von der Stirnbeinhöhle bis zur Protuberantia occipitalis ausstrahlenden Schmerz zurück.«

»In einer Chloratmosphäre verliert man Geschmack und Geruch. Indem sich das Chlor mit allen thierischen Häuten namentlich den Schleimhäuten verbindet, empfindet man nur Geruch und Geschmack der dabei entstandenen gechlorten Albuminate.«

Böhm's Literaturstudien haben ihn nicht zu einer Erweiterung der Eulenbergschen Schilderung veranlasst, er fügt nur bei (a. a. O. S. 6):

1) Handbuch der Intoxicationen von Böhm, Naunyn und v. Böck. 2. Auflage 1880 S. 6.

2) Handbuch der Gewerbehygiene. Berlin 1876 S. 42.

»Findet eine längere Einwirkung des Giftes statt, so bilden sich bedenkliche Affectionen der Respirationsorgane aus, bestehend in Blutspeien, Athmungsbeschwerden, vorübergehendem Glottiskrampf und meist auch tödlich verlaufender Pneumonie. Erbrechen wurde in mehreren Fällen beobachtet. Unter welchen Erscheinungen bei sehr acuten Vergiftungen der Tod erfolgt, ist bis jetzt klinisch noch nicht constatirt.«

Was sich sonst bei älteren und neueren Autoren Halfort, Hirt u. s. w. findet, bietet nichts weiteres.

Ueber die chronische Einwirkung des Chlorgases fasst Böhm im Einklang mit den verschiedenen neueren Autoren sein Urtheil dahin zusammen: »Der Behauptung, dass Chlordämpfen längere Zeit ausgesetzte Arbeiter zu Phthise prädisponirt sind, wird von allen neueren Autoren auf Grund gegentheiliger Beobachtungen widersprochen [1]). Doch sollen die betreffenden Individuen fast alle ziemlich beträchtlich abmagern, ohne dabei an Leistungsfähigkeit einzubüssen, eine schlechte Gesichtsfarbe zeigen und an leichtem Magenkatarrh und chronischer Bronchitis leiden. Bei fast allen findet ausserdem eine Abnahme des Geruchsinns statt (Hirt). Auch die mehrfach betonte Immunität der in Rede stehenden Arbeiter gegen Cholera und andere epidemische Krankheiten lässt sich nach den Erhebungen von Hirt nicht aufrecht erhalten.«

Hirt gibt im Specielleren an (Bd. I S. 255), dass die Papierarbeiter von den Chlormengen im Holländersaal nicht in irgendwie erheblicher Weise belästigt werden [2]), er hat sich auch nicht überzeugen können (Bd. II S. 99 u. 100), dass die Arbeiter in Schnellbleichereien in besonderer Weise leiden. In den Bleichetablissements um Freiburg in Schlesien beobachtete er nur die

---

1) Vgl. z. B. Halfort, Tott, Allgemeine medic. Zeitung 1834 Nr. 90.

2) Mein College, Herr Privatdocent Dr. Renk, der demnächst eingehende statistische Studien über den Gesundheitszustand der Arbeiter in Papierfabriken veröffentlichen wird, konnte, wie er mir gütigst mitzutheilen gestattet, auch weder von einer directen schädlichen Wirkung des Chlors etwas nachweisen, noch vermochte er darzuthun, dass die Einathmung des Chlors etwa zu anderen Krankheiten disponire.

relativ niedere Mortalität von 1,25 % und die durchschnittliche hohe Lebensdauer von 56—58 Jahren.

Darüber scheint kein Zweifel zu herrschen, dass allmählich eine Gewöhnung des Organismus an mässige Chlormengen eintreten kann. Von Christison stammt die Angabe die implicite oder explicite in eine grosse Mehrzahl neuerer Bücher als Beweis für die Möglichkeit einer Gewöhnung an Chlor übergegangen ist [1]). Ein Manufacturist erzählte ihm, dass Arbeiter tagelang in Räumen verweilen, in denen er es nur 10 Minuten aushalten könne. »Die Hauptfolgen habitueller Exposition sind Säure im Magen und andere Magenbeschwerden, gegen welche die Leute Kreide zu nehmen pflegen. Er hat auch die Beobachtung gemacht, dass sie nie corpulent werden und dass dagegen corpulente Leute, welche bei ihm Arbeit nehmen, bald auf einen gewöhnlichen Körperumfang reducirt werden« [2]). Ziemlich viele Arbeiter werden nach Christison alt und es scheint ihm nicht wahrscheinlich, dass dieses Geschäft ungesund sei.

Sehr spärlich sind nach Böhm bisher die Mittheilungen in der Literatur über Sectionsbefunde am Menschen.

Der Fall von Cameron (Dublin. quart. Journal of. medic. science IL p. 116) ist sehr oft abgedruckt worden, ich glaube, mir dies deshalb sparen zu können. Er betraf einen Matrosen, der auf einem mit Chlorkalk und Natriumsulphat beladenen Schiff eines Morgens durch Chlorgas getödtet gefunden wurde. Die Trachea fand sich entzündet, die Lunge stark hyperämisch, das linke Herz leer, die Venen überfüllt. Besonders interessant war bei der Section der Chlorgeruch, der an frischen Hirnschnittflächen mit Sicherheit zu constatiren war. Quantitative

---

1) Ich möchte mir zu dieser Geschichte die Bemerkung gestatten, dass man in ihr ohne nähere Angaben ebensogut einen Beweis dafür erblicken kann, dass manche Menschen sich nicht an Chlor gewöhnen. Der Fabrikbesitzer hätte ja sonst wohl auch bei seinen fortgesetzten Besuchen in der Fabrik diese erhöhte Toleranz erlangen können.

2) Eine Tendenz zur Abmagerung beobachtete Dr. Frank, wie er mir einmal mündlich mitzutheilen die Güte hatte, auch an seinen Bromarbeitern. Als bestes Mittel dagegen bewährte sich reichlicher Fettgenuss und möglichste Enthaltsamkeit von Spirituosen.

Angaben über die für den Menschen schädlichen Chlordosen fand ich nirgends.

Auch die in nicht ganz geringer Zahl angestellten Thierversuche mit Chlor enthalten nur sehr selten eine quantitative Notiz — ausser den von mir schon in meiner früheren Arbeit kurz besprochenen unglaublichen Angaben von Hirt[1]).

Nachdem Hirt über den unter Auftreten von Lungenödem eintretenden, sehr raschen Tod von Thieren in reinem Chlorgas gesprochen hat (nach Falk und ihm meist durch Herzlähmung) fährt er fort: »Thiere, welche weniger concentrirte Chlordämpfe (20 % Chlor, 80 % Luft) einathmen, gehen bei weitem nicht so schnell zu Grunde, heftige Schleimhautreizungen machen sich bald bemerkbar (Conjunctiva, Nasen- und Bronchialschleimhaut) und können bei länger dauernder Einwirkung der Schädlichkeit in wahre Entzündungen (Laryngitis, Bronchitis, Pneumonie) übergehen; an Kaninchen, welche 1—2 Tage 10—20 % Chlorgas in der Luft eingeathmet haben, beobachtet man diese Entzündungen häufig (dies letztere steht auch in Hirt: Handbuch der Hygiene und Gewerbekrankheiten von Pettenkofer und Ziemssen 1882 2. Theil IV. Abtheilung S. 29). Der Tod der Thiere tritt je nach dem Concentrationsgrade des inhalirten Gases nach 1—3 Tagen ein. Thiere endlich, die eine etwa ½ % Chlor enthaltende Luft inspiriren, bleiben lange Zeit gesund, grössere Hunde z. B. konnten 14 Tage lang, ohne zu erkranken, derartig verdünnte Dämpfe einathmen, nur Husten und verminderte Fresslust machten sich bemerkbar.«

Ich habe mich in meiner ersten Gasarbeit genügend über den Werth der Hirt'schen quantitativen Angaben ausgesprochen — das sehr harte Urtheil, welches ich damals über seine Behauptungen über Ammoniak fällen musste, gilt, wie sich der Leser durch Lecture meiner Versuche überzeugen wird, womöglich in noch höherem Grade für Chlor — ich werde also im weiteren nicht mehr auf Hirt'sche quantitative Angaben Rücksicht nehmen.

---

1) Hirt, Die Krankheiten der Arbeiter. 1871. Bd. 2 S. 96.

Sonst habe ich nur bei Eulenberg[1]) eine selbständige Angabe über den Chlorgehalt, der nöthig ist, um das Leben von Thieren zu gefährden, gefunden, ich lasse dieselbe sammt seiner Beschreibung der Krankheitssymptome der Thiere hier folgen, da sie ungefähr dem entspricht, was die gebräuchlichsten Lehrbücher über die Chlorwirkung an Thieren berichten.

»Versetzt man Thiere plötzlich in eine Chlor-Atmosphäre, so verlangsamt sich die Respiration, wahrscheinlich weil die Thiere das Inspiriren zu vermeiden suchen. Ein Glottiskrampf konnte hierbei nicht beobachtet werden, erst nach 3 Minuten entsteht bei Kaninchen Taumel und Schwindel bis zum Hinfallen, unter leichten convulsivischen Zuckungen in den Extremitäten und tiefen, krampfhaften Inspirationen tritt nach 5 Minuten schon der Tod ein. Dies kurze Krankheitsbild wiederholt sich in den Fällen, wo geringere Mengen von Chlordämpfen tödlich einwirken, nur macht sich hier vorher die heftige Reizung der Schleimhaut der Nase, des Mundes nnd der Augen durch reichliche, schleimige Absonderung geltend. Eine Opalisirung der Hornhaut bildet sich durch die Coagulation der albuminösen Gebilde. Kaninchen können in einer Atmosphäre von einem Procent Chlor zu Grunde gehen.«

»Der Leichenbefund charakterisirt sich bei den durch Chlor umgekommenen Thieren durch eine braunrothe, schwarz gefleckte Lunge. Die Schleimhaut der Trachea und der Bronchien ist braunroth injicirt und ein feinblasiger Schaum füllt die feinsten Bronchien bis in den Larynx aus. Einzelne Partien der Lungen erhalten dadurch eine ödematöse Beschaffenheit, während andere dicht und fest sind. Diese Verdichtung kann nur von der entstandenen Salzsäure herrühren, während die flüssigen Exsudate eher der reizenden Einwirkung des freien Chlors angehören. Das Blut ist immer dickflüssig, bisweilen auch feinkörnig, es färbt die Haut schmutzigbraun, ist klebrig, von dunkelbraunrother bis schwärzlichrother Farbe, je nachdem das Chlor längere oder kürzere Zeit eingewirkt hat.

---

1) Handbuch der Gewerbehygiene. Berlin 1876 S. 41.

In vielen Beziehungen stimmt hiermit der Obductionsbefund bei Menschen überein.«

In seiner Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen citirt Eulenberg (S. 211) eine Section, bei der Dr. Palloni in Livorno Croupmembranen in grosser Ausdehnung und typischer Ausbildung in der Trachea eines Kindes fand, das nach Chloreinathmung unter croupartigen Symptomen zu Grunde gegangen war. Bei den Thiersectionen finde ich nichts von Croup erwähnt.

Ich verzichte darauf, hier schon auf die Ansichten der Autoren über die Theorie der Chlorwirkung einzugehen, — ich glaube besser auf die Arbeiten von Falk, Binz u. s. w. dann einzutreten, wenn ich meine Versuche mitgetheilt habe.

3. Die Angaben der Literatur über die Wirkung von Bromdämpfen auf Menschen und Thiere.

Ueber die Wirkung des gasförmigen Broms ist die Literatur noch weit spärlicher als wie über Chlor, die zahlreichen Arbeiten über Bromkalium und verwandte Verbindungen gehen uns natürlich an dieser Stelle nichts an, und die Frage, ob es einen Bromismus, eine chronische Bromvergiftung, gibt, reducirt sich auf die, ob durch wiederholte Bromdampfinhalation ein solcher Zustand bedingt werden könne.

Eine sehr ausführliche Zusammenstellung der älteren Literatur findet sich in Frank's Magazin der Arzneimittellehre und Toxicologie. Leipzig 1846 Bd. 1 S. 386—410. Es geht aus den hier referirten Experimenten von Butzke, Heimerdinger und Höring, die theils Selbstversuche, theils ziemlich rohe Thierversuche sind, eine sehr analoge Wirkung des Bromdampfs und des eingeathmeten Chlorgases hervor. Doch sind die Versuche mit dampfförmigem Brom gegenüber den Applicationen per os sehr in der Minderzahl. Vielfach fast regelmässig werden dünne Stühle nach den verschiedensten Applicationsweisen von Brom beobachtet, die Herzaction war im Beginn der Versuche meist beschleunigt, später erlahmte sie, Croupmembranen wurden öfters »analog wie bei Chlor und Ammoniak« beobachtet.

Ich übergehe hier die in den 50er und 60er Jahren angestellten Bromversuche, wie sie bei Hasselt-Henkel etc. referirt sind, da sie nichts neues bringen, und wende mich zur neuen Literatur. Eulenberg[1]) hat über Brom 2 Versuche angestellt:

1. Ein Kaninchen verweilte 60 Minuten in einem 37 l fassenden Holzkasten, in dem nach und nach 2 g Brom verdampften. Es zeigt dabei anfangs mässige, später starke Reizsymptome, schliesslich leichtes Schwanken, stark verlangsamte Athmung und Versengung der Spitzen der Barthaare, mässige Anätzung der Cornea. Das Thier stirbt am 8. Tage, nachdem es sich zu erholen geschienen hatte. Die Section ergab im wesentlichen: Hyperämie der Pia mit einigen Ecchymosen, starke Injection der Trachea in ihrer ganzen Länge, in der linken Lunge kleine pneumonische Herde, in der rechten ausgedehntere Verdichtungen, namentlich im Unterlappen ein ausgedehntes dunkelbraunes Exsudat. Magenschleimhaut normal.

2. Ein Kaninchen bringt 26 Minuten unter einer Glasglocke von 7625 ccm zu, in die in unregelmässigen Intervallen der Dampf von 60 Tropfen Brom eingeblasen wird. Die Haare des Thieres erschienen bald angeätzt und dann aufgelöst. Die Respiration geschah unter Maulaufsperren mit starker Anstrengung und war mässig verlangsamt (ca. 16 in ½ Minute). Tod ca. 6 Stunden nach Versuchsbeginn.

Die Section ergab wieder Hyperämie und leichte Blutaustritte in den Hirnhäuten. Auf der Respirationsschleimhaut liegt überall eine zarte, croupöse Schicht bis hinab in die feinsten Bronchien. Starke Lungenhyperämie (und Blutaustritte in's Lungengewebe?) dünne, gelbliche Flüssigkeit reichlich in den Bronchien. Magenschleimhaut normal, im Harn gelang der Bromnachweis.

Aus diesen Versuchen schliesst Eulenberg, dass die Wirkung des Brom der des Chlor ähnlich sei »dagegen ist die Reizung der Respirationswege dadurch charakteristisch, dass sie schon nach 6 Stunden eine exquisite croupöse Bronchitis zur Folge haben kann.«

1) Handbuch der Gewerbehygiene. 1876 S. 54.

Ueber die Wirkung auf den Menschen erwähnt Eulenberg, indem er offenbar die respiratorischen Störungen als selbstverständlich voraussetzt, nur, »dass durch intensive Einwirkung der Bromdämpfe plötzlich Bewusstlosigkeit und Hinstürzen erfolgen kann und zwar ganz in derselben Weise wie man dies auch bei Chlordämpfen beobachtet hat.«

Böhm (a. a. O. S. 24) gibt folgende zusammenfassende Uebersicht über die Bromwirkung:

»Durch die Inhalation von Brom entstehen die Erscheinungen, welche alle irrespirabeln Gase hervorbringen. In gelinderem Grade sind es die durch den Einfluss des Gases auf die sensiblen Nerven der Schleimhäute bedingten Reizerscheinungen und Reflexe, Thränen und Speichelfluss, krampfhafte Contraction des Orbicularis palpebrarum, Coryza, Hustenreiz und leichtere Beklemmung, in höheren Graden neben den genannten Symptomen Erstickungsgefühl, hochgradige Beängstigung, brennender Schmerz unter dem Sternum, Kopfschmerz, Schwindel und schliesslich nach Einathmung sehr concentrirter Bromdämpfe Glottiskrampf und Asphyxie.«

Auch die neue Toxicologie von Lewin bringt keine neuen Angaben über die Einwirkung von Bromdämpfen.

4. Methode meiner Versuche mit Chlor und Brom.

Die Methode war für diese Versuche sehr ähnlich der von mir früher für Ammoniak und Salzsäure angewendeten, die dort beschriebene Anordnung erwies sich auch bei diesen neuen von mir ohne jede Assistenz ausgeführten Versuchen als ebenso bequem wie genau. Der im 5. Bande des Archivs S. 11 abgebildete Apparat wurde nur in folgenden Punkten modificirt. Die durch die Flasche *C* (mit Chlor- resp. Bromwasser gefüllt) gepresste halogenhaltige Luft wurde nach Passiren der Mischflasche *B* nicht durch einen Schlauch, sondern durch ein weites Glasrohr in den Glaskasten *A* geleitet, ausserdem trat die einströmende Luft nicht am Boden, sondern unter der Decke in den Kasten ein, sank durch ihre Schwere zu Boden und verliess den Kasten durch ein Glasrohr, das von der Oeffnung *a* aus auf den Boden des Kastens *A*

reichte. Der Kasten war in all' seinen Metalltheilen sorgfältig mit Asphaltlack gestrichen und darüber eine dicke Paraffinschicht angebracht. Eine gleiche Schicht schützte das Holzgitter, auf dem die Thiere sassen. Die Luftproben zur Analyse wurden dem Kasten am unteren Rande einer Seitenwand durch 2 Oeffnungen in einem Kautschukpfropf entnommen. Durch die beiden Oeffnungen waren die rechtwinkelig abgebogenen Schnäbel zweier Stickstoffbirnen gesteckt, dieselben wurden mit starker (10 %) Jodkaliumlösung gefüllt, die sich beim Durchsaugen der zur Analyse dienenden Luftproben mit den Quecksilberpumpen allmählich gelb bis braun färbte. Ich vermied durch diese ganze Anordnung möglichst, dass die Halogene mit Kautschuk in Berührung kamen. Die allmähliche Verfärbung des Birneninhalts war ein angenehmes Hilfsmittel, um schon während des Versuchs die Concentration des Halogens, dessen willkürliche Dosirung nicht exact in meiner Hand lag [1]), annähernd erkennen zu können.

Zur genauen Bestimmung des Halogengehalts wurde der Inhalt der Birnen nachher in gewöhnlicher Weise mit Natriumhyposulphit titrirt. Ich verwendete eine Lösung von 22,240 g Natriumhyposulphit im Liter, so dass ein Cubikcentimeter derselben gerade einem Cubikcentimeter Chlor oder Bromdampf bei 0 ° und 760 mm Barometerstand entsprach. Die so gefundene Menge wurde dann auf den Münchner mittleren Barometerstand von 710 mm und Zimmertemperatur umgerechnet.

Um mich zu überzeugen, ob der Luftstrom aus der allmählich jodhaltigen Jodkaliumlösung nennenswerthe Jodmengen fortführt, machte ich folgende Versuche. Ich schaltete zuerst hinter eine mit 20 ccm Jodjodkaliumlösung gefüllte Birne, von der 5,75 ccm durch 10 ccm der obigen Natriumhyposulphitlösung entfärbt wurden, eine mit verdünnter Stärkelösung gefüllte Birne ein und saugte mit einem Aspirator Luft hindurch. Eine bald auftretende,

1) Wenn sich auch durch die Stärke des Wasserstroms, der das Wasserrad treibt, einerseits und durch die Menge der Luft, die man durch das Chlorwasser durchpresst, andererseits endlich durch die Concentration des Chlorwassers mit einiger Uebung der Halogengehalt ziemlich nach Wunsch herstellen liess, so war doch die Erzeugung einer bestimmten Dosis von Anfang an ganz unmöglich.

mässige Blaufärbung der Stärke zeigte an, dass Joddämpfe aus der Jodjodkalilösung in der That weggingen. Um mich von dem Grad des dadurch entstehenden Fehlers zu überzeugen, ersetzte ich die Stärkebirne durch eine mit 20 ccm Natriumhyposulphit gefüllte. Wieder wurde Luft und zwar in einem Versuch 8, im anderen 12 l durchgesaugt — es zeigte aber der Titre der mit Jodlösung titrirten Natriumhyposulphitlösung vor und nach dem Luftdurchsaugen keine nachweisbare Aenderung. Die bei Zimmertemperatur weggehende Joddampfmenge war also bei meiner Versuchsanordnung zu vernachlässigen.

Wie in meinen früheren Versuchen, so überzeugte ich mich auch hier durch häufiges Wechseln der Birnen von dem Constantbleiben des Halogengehalts. Die Constanz war mit zwei Ausnahmen (Chlorversuche V und X), wo eine Unachtsamkeit meinerseits Schuld war, eine ganz vorzügliche, noch bei weitem diejenige meiner Experimente mit Ammoniak und Salzsäure übertreffende, wie aus den Protokollen hervorgeht.

Das Chlor wurde in der üblichen Weise durch Braunstein und Salzsäure hergestellt, das erhaltene Gas nach Passiren einer Waschflasche in Wasser aufgefangen. Zur bequemen Herstellung des Bromwassers leistete auch mir das Bromum solidificatum von Dr. A. Frank in Charlottenburg die besten Dienste.

5. Versuchsprotokolle.

Ich lasse nun erst die Protokolle meiner Chlorversuche, nach steigenden Dosen geordnet, folgen, dann eine kurze, tabellarische Uebersicht über dieselben, wobei die Versuche nach den verschiedenen Thierarten getrennt dargestellt sind, hierauf folgt das gleiche Material von meinen Experimenten mit Brom und schliesslich die systematische Verwerthung der Ergebnisse.

Die Respirationszahlen beziehen sich immer auf ½ Minute.

Chlorversuche.

Versuch I. (17. August 1886.)

Veruchsthier: Erwachsene Katze (1).
Gehalt der Kastenluft an Chlor: 0,001 ‰.
Versuchsdauer: 7½ Stunden.

Schon nach 42 Min. Niessen und etwas Lecken. Nach 50 Min. beginnt eine zähe Speichelsecretion (von einer dünnflüssigen vorher nichts bemerkt), die 1½ Stunden in mässigem Grade anhält, ab und zu von kurzen Ruhepausen unterbrochen. Im späteren Verlauf des Versuchs kein Speichel mehr. Respiration anfangs 15, später 20. Sehr ruhiges Verhalten, aber keine Andeutung von Narkose.

Nach dem Herausnehmen normal.

Versuch II. (15. August 1886.)

Versuchsthier: Grosse schwarze Katze (2).

Gehalt der Kastenluft an Chlor: Erste 3 Stunden 0,014 ‰, zweite 2 Stunden 0,012 ‰, letzte 3½ Stunden 0,013 ‰.

Versuchsdauer: 10½ Stunden.

Katze (2). Sofort dünnflüssige, tropfenweise, dann zähere, schaumige Secretion von Speichel. Bald Niessen. — Diese Speichelsecretion dauert während des ganzen 10½ stündigen Versuches fort. Respirationen: 16, 11, 7, 9, 9, 7, 9.

Nie eine Andeutung von Narkose zu beobachten. Thier verhält sich ziemlich wie ein gesundes.

Hustet später öfters, geht durch ein Versehen zur Section verloren.

Versuch III. (11. August 1886.)

Versuchsthiere: 8 Wochen altes Kätzchen (3), halbwüchsiges Kaninchen (4), fast erwachsenes Meersschweinchen (5).

Gehalt der Kastenluft an Chlor: Erste 2 Stunden 0,019 ‰ folgende 3 Stunden 0,017 ‰.

Versuchsdauer: 5 Stunden.

Katze (3). Sofort Augenzwinkern, Husten und Speichelsecretion, die so rasch zähflüssig wird, dass ich nicht angeben kann, ob ihr kurze Zeit eine dünnflüssige vorausging.

Nach 5 Min. Ganz plötzlich Resp. stark beschleunigt: 61. Ab und zu Brechbewegungen.

Nach 10 Min. Resp. wechselt zwischen 32 und gegen 60 Resp. in kurzen Intervallen. Leidet sehr.

Nach 17 Min. Speichel dünn, Maulaufsperren beim Athmen.

Nach 45 Min. Wirkliches Erbrechen von Schleim.

Nach 70 Min. Resp. seit längerer Zeit ruhig. 15.

Nach 95 Min. Resp. 17. Thier ruhig, etwas Speichelsecretion.

Nach 300 Min. Zustand wenig verändert, nur Dyspnoe vermehrt. Resp. 9 mit offenem Mund. Augen schmerzhaft geschlossen. Husten, Brechen wiederholen sich von Zeit zu Zeit. Speichelsecretion dauerte stets schwach fort. Heraus. Das herausgenommene Kätzchen matt, Augen etwas gereizt.

Nach 2 Tagen. Augen zeigen starke, eitrige Conjunctivitis, die übrigens durch das Chlor nicht hervorgebracht nur verschlimmert zu sein scheint, da schon vor Versuchsbeginn das Thier eine leichte Entzündung des Lidrandes hatte.

Kaninchen (4). Sehr wenig Symptome. Resp. sinkt von 30 auf 22, 19, 16. Sitzt sehr ruhig. Aendert nur einmal im ganzen Versuch seinen Platz, um an der neu gewählten Stelle wieder sitzen zu bleiben. Herausgenommen erscheint es normal.

Meerschweinchen (5). Ebenso wenig Symptome. Verlässt seinen Platz im ganzen Versuche gar nicht. Resp. 18, 11, 15. Herausgenommen erscheint es normal.

Versuch IV. (9. August 1886.)

Versuchsthiere: Erwachsener zarter Kater (6), ¾ erwachsenes Kaninchen (7), Meerschweinchen (8).

Gehalt der Kastenluft an Chlor: Erste Stunde 0,032 ‰, zweite Stunde 0,032 ‰, letzte drei Stunden 0,035 ‰.

Versuchsdauer: 6 Stunden 20 Min.

Katze (6). Sofort Reizsymptome. Anhaltendes Wischen der Nase, schwache Nasen- und Speichelsecretion, letztere ist erst dünnflüssig, später dickflüssig.

Nach 10 Min. Viel Husten. Jammerndes Miauen. Unruhe. Resp. 16 unter schwachem Maulaufsperren, Augen halb geschlossen.

Nach 25 Min. Anhaltend schaumig-zäher Speichel. 10 Resp. unter Maulaufsperren. Halbliegende Stellung.

Nach 30 Min. Husten hat seit 20 Min. nachgelassen.

Nach 90 Min. Situation wenig verändert. Lag eine Zeit lang ruhig auf der Seite, dann sprang sie wieder auf, aber nur für kurze Zeit. Unruhe. Resp. 8. Speichelsecretion anhaltend, eben wieder dünn.

Nach 100 Min. Katze legt sich wieder. 13 tiefe Resp. Würgbewegungen, jammerndes Miauen. Keine deutliche Narkose.

Nach 160 Min. Abermals legt sich das Thier für 5 Min. ausgestreckt auf die Seite am Boden des Käfigs. Nase rosa, ein wenig feucht.

Nach 200 Min. Husten. In halbliegender Stellung lässt sie sich gefallen, dass das Meerschweinchen unablässig auf ihr herumklettert. 6 Resp. unter Maulaufsperren. Ab und zu Würgen.

Nach 320 Min. 11—15 mitteltiefe Resp. Speichel continuirlich, meist dünnflüssig. Augen grösstentheils zu ¾ geschlossen.

Nach 380 Min. Hat wieder eine Zeit lang auf der Seite gelegen, sitzt jetzt ruhig mit 8 tiefen Resp. Herausgenommen.

Augen sofort nach dem Herausnehmen klar.

Frisst die nächsten Tage wenig, magert ab, hustet öfters am Tage stark und anhaltend. Am 14. zu Versuch V verwendet.

Kaninchen (7). Erste 25 Min. kaum belästigt. Augen klar, offen, Bauchlage. 23 oberflächliche Resp.

Nach 35 Min. Stellung unverändert, nur Augen ³/₄ geschlossen. Das Thier macht einen entschieden soporösen Eindruck.

Nach 90 Min. Zustand stark verändert Heftige Dyspnoe. 10 tiefe Resp. Kopf im Nacken, Maul offen, grosse Unruhe.

Nach 160 Min. Nach längerer Ruhe wieder einmal eine unruhige Periode.

Nach 200 Min. Fast anhaltend ruhig. Resp. 10 tief, Kopf im Nacken.

Nach 310 Min. Resp. 10. Zustand ziemlich unverändert.

Nach 380 Min. Resp. 14. Sonst Zustand unverändert. Heraus.

Nach 3 Tagen mit Chloroform getödtet.

Section des Kaninchens (7).

Trachealepithel normal. Etwas seröser Schleim in der Trachea. Einige kleine Blutungen und Atelectasen in der Lunge, sonst normaler Befund an allen Organen.

Meerschweinchen (8). Sehr bald starke Reizsymptome und Dyspnoe. Resp. 15.

Nach 30 Min. Resp. 14 zuckend unter Zurückwerfen des Kopfes und Maulaufsperren.

Nach 90 Min. Resp. 15 unruhig hin und her wandernd.

Nach 160 Min. Meerschwein kriecht unaufhörlich auf der Katze herum und setzt dies noch 40 Min. lang fort. Resp. 14.

Nach 310 Min. Resp. 10. Dyspnoe heftig.

Nach 330 Min. heraus. Zustand wenig verändert in den letzten 20 Min. Sofort mit Chloroform getödtet.

Section des Meerschweinchens (8) ¹/₂ Stunde nach dem Tode).

Trachea voll schaumigem, theils serösem, theils zähem Schleim. Zahlreiche Epithelien entbehren ihrer Cilien, auch von den cilientragenden ist kein Stück in Bewegung. Linker Unterlappen der Lunge von ausgedehnten Blutungen durchsetzt, dunkelroth, ziemlich luftarm, die übrigen Partien mässig ödematös, da und dort dunkelroth marmorirt. — Uebrige Organe normal.

Versuch V. (14. August 1886.)

Versuchsthiere: Erwachsene zarte Katze (9) (am 9. August in Versuch IV 6 Stunden bei 0,033 ‰), Halbwüchsiges Kaninchen (10) (am 11. August 5 Stunden bei 0,016 ‰), Meerschweinchen (11) (am 11. August 5 Stunden bei 0,016 ‰, am 12. August 5 Stunden bei 0,043 ‰).

Gehalt der Kastenluft an Chlor: Erste 1½ Stunden 0,057 ‰, folgende 2 Stunden 0,033 ‰.

Versuchsdauer: 3½ Stunden.

Katze (9). Sofort dünn-, dann dickflüssiger Speichel. Starke Reizsymptome, Niessen etc. Maulaufsperren. 62 hastige Resp.

Nach 10 Min. Resp. 40. Augen ³/₄ zu, Nase roth.

Nach 12 Min. Resp. 19. Extrem tief, hörbar angestrengt.

Nach 14 Min. Resp. 16. Etwas zusammengesunken.

Nach 20 Min. Resp. 10. Krampfhaft tief. Von zähem Speichel ganz bedeckt. Hat sich wieder aufgerichtet.

Nach 23 Min. Halbliegend. Augen zu. Kopf im Nacken. Maul weit offen.

Nach 27 Min. Aufspringen, fängt an Kaninchen zu misshandeln. Resp. 11. Speichel wieder ganz dünnflüssig. Augen abwechselnd offen und zu.

Nach 40 Min. Seitenlage continuirlich speichelnd. Resp. 9. Sehr leidend.

Nach 47 Min. Seit kurzem wieder aufgerichtet. Erbricht ein Maul voll zähen Schleimes.

Nach 57 Min. Resp. 8. Mehrfaches Erbrechen unter Schreien. Speichelsecretion hat vorübergehend aufgehört.

Nach 90 Min. Hat sehr oft gebrochen, schliesslich auch wirkliche Speisereste. Resp. 10 sehr dyspnoisch. Augen nur für Augenblicke geöffnet.

Nach 125 Min. Katze nimmt seit längerer Zeit Seitenlage ein. Resp. 8. Erscheint halb betäubt, ziemlich starkes Klopfen an die Kastenwände vermag sie nicht aus ihrer Lethargie aufzurütteln.

Nach 135 Min. Katze sitzt wieder. Abermals Erbrechen.

Nach 165 Min. Sitzend. Resp. 9. Gegenwärtig kein Speichel.

Nach 225 Min. Heraus. In der letzten Stunde wenig Veränderungen.

Section der Katze (9) sofort nach der Tödtung mit Chloroform.

Trachealepithel grösstentheils verfettet, wimpernlos, vielfach ganz unkenntlich, löst sich in grossen Fetzen. Keine Spur von Flimmerbewegung. Mässige Schleimmengen in der Trachea. Keine Schleimhauthämorrhagien, aber ödematöse Schwellung der Trachealschleimhaut. — Lunge im Ganzen colossal ödematös, ausserdem die oberen Theile der Oberlappen und die unteren der Unterlappen sehr stark scharlachroth von Hämorrhagien durchsetzt. Luftgehalt mit Ausnahme stark emphysematöser Randpartien sehr vermindert. Auch Oedem der perivasculären Räume an der Lungenwurzel.

Kaninchen (10). Erste 20 Min. sehr ruhig, zeitweise halbliegend. Resp. 18.

Nach 100 Min. Zustand kaum verändert.

Nach 120 Min. Resp. 16—18. Ziemlich tief. Sehr ruhig.

Nach 160 Min. Resp. 11. Dyspnoe heftiger. Seit längerer Zeit Maulaufsperren.

Nach 220 Min. Heraus.

Stirbt über Nacht.

Section des halbwüchsigen Kaninchens (10).

Obwohl die Leiche kalt und todtenstarr ist, ist das Blut dünnflüssig, nicht geronnen. Trachea ohne Hämorrhagien, aber mit defectem Epithel, Wimpern sehr schlecht erhalten. Auflagerungen von eiterigem Schleim an vielen Stellen, keine Croupmembran. Lunge ödematös, Ränder emphysematös. In allen Lappen ältere, derbe Atelectasen und frischere, rothe Infiltrate von

sehr verschiedener Ausdehnung, zusammen etwa 1/6 der Lunge atelectatisch, 1/6 entzündlich infiltrirt.

Meerschweinchen (11). Resp. sinkt von 18 kurz nach dem Einsetzen allmählich auf 15. Mittelschwere Reizsymptome und Dyspnoe, keine nennenswerthe Secretion. — Nach Herausnehmen unbeobachtet.

Versuch VI. (12. August 1886.)

Versuchsthiere: Halbwüchsige schwarze Katze (13), junges Kaninchen (14), (schon als N. (4) in Versuch III 5 Stunden bei 0,018 ‰), Meerschweinchen (15) (ebenso als N. (5) in Versuch III vom 11. August schon verwendet).

Gehalt der Kastenluft an Chlor: Erste Stunde 0,046 ‰, folgende 4 Stunden 0,041 ‰.

Versuchsdauer: 5 Stunden.

Katze (13). Sofort heftige Reizsymptome. Starke Speichelsecretion.

Nach 15 Min. Starke Dyspnoe. 10 Resp. Brechwürgen, sehr starkes Speicheln.

Nach 52 Min. Resp. 22. Mitteltief, sehr unregelmässig und unruhig. Wechselt schnell jeden Augenblick die Stellung, legt sich darauf zum ersten Male hin. Kein Sopor.

Nach 57 Min. Unruhe dauert anhaltend fort. Kopf im Nacken, ab und zu lebhaftes Umherspringen im Käfig. Resp. 16 mitteltief.

Nach 120 Min. Maulaufreissen, 14 sehr mühsame Resp.

Nach 210 Min. Status unverändert. Katze schwer leidend in halbliegender Stellung.

Nach 300 Min. 8 tiefe Resp. Starke Dyspnoe. Bauchlage. Heraus.

Hustet die nächsten 3 Tage häufig, sonst aber erscheint sie nicht auffallend krank. Mit Chloroform am 15. August getödtet.

Section der Katze (13) am 15. August.

Trachea mit ziemlich reichlichen Mengen eiterigen Schleims erfüllt. Flimmerepithel erhalten, keine Trachealhämorrhagien. — Lunge: Oberlappen beiderseits derb rothbraun infiltrirt luftleer, in den Bronchien zäher Schleim. Hie und da starke Emphysementwickelung. Unterlappen in grosser Ausdehnung emphysematös gebläht, dazwischen kleinere anektatische und hyperämische Herde. Alles übrige normal, auch Augen, Magen etc.

Kaninchen (14). Anfangs sehr ruhig. Nach 15 Min. Resp. 20 stossweise. Kopf etwas im Nacken.

Nach 20 Min. Lehnt den Körper an die Glaswand.

Nach 52 Min. Eindruck entschieden soporös. Kopf im Nacken. Brust an die Wand gelehnt, bewegt sich schon längere Zeit gar nicht.

Nach 120 Min. Sehr ruhig. Sopor indess weniger deutlich. Resp. 14, etwas Maulaufsperren dabei.

Nach 300 Min. Resp. 14. Absolut ruhig. Status idem. Heraus.

Meerschweinchen (15). Die ersten 3½ Stunden ganz ruhig. Resp. stets 13—14. Nach 5 Stunden Resp. 22 sonst status idem.

Scheint nach Herausnahme wenig geschädigt, dient zu Versuch am 14. August.

Versuch VII. (16. August 1886.)

Versuchsthiere: Grosse Katze (16), grosses weisses Kaninchen (17), grosses Meerschweinchen (18).

Gehalt der Kastenluft an Chlor: Erste 2 Stunden 0,068 ‰, folgende 1½ Stunden 0,064 ‰.

Versuchsdauer: 3 Stunden 40 Min.

Katze (16). Sofort dünnflüssiger, dann dickflüssiger Speichel.

Nach 15 Min. Starke Dyspnoe 8—9 Resp. bei offenem Mund mit schmerzlichem Ausdruck.

Nach 45 Min. Resp. 6, ruhig.

Nach 70 Min. Katze miaut anhaltend.

Nach 135 Min. 11 mitteltiefe Resp., bei jedem Athemzug starkes Vorstrecken des Kopfes, Augen fast zu. Speichelt anhaltend.

Nach 185 Min. 34 mühsame Resp. Speichel schaumig. Halbliegende Stellung.

Nach 220 Min. Status idem. Heraus.

Section der Katze (16), die nach dem Herausnehmen sofort mit Chloroform getödtet wurde.

Trachea blass mit reichlich serösem, schaumigem, etwas blutigem Inhalt. Trachealepithel löst sich leicht, Flimmerzellen grösstentheils gut erhalten. In dem dünnen Schleim sind einzelne Fibrinzüge zu finden. — Enormes Lungenödem mit stellenweise ausgedehnten Hämorrhagien von oft lobulärer Zeichnung dazwischen. Bronchiolen stellenweise mit croupösen Pfröpfen. Randemphysem.

Kaninchen (17). Zeigt, nachdem es sich die ersten 30 Min. ziemlich ruhig verhalten, dann etwas Unruhe während der ganzen Versuchsdauer aber nur mässige Dyspnoe. Resp. stets 19—24, Maul in späteren Stadien offen. Keine Symptome von Sopor.

Nach dem Herausnehmen und die folgenden 4 Tage wenig abnormes zu bemerken.

Section des Kaninchens (17) am 20. August 1886, sofort nach Tödtung mit Chloroform.

Starke, eitrig-schleimige Bronchitis und Bronchiolitis. Lunge blass ohne Oedem, Emphysem in den oberen Lappen. An vielen Stellen der Lunge mehr oder weniger deutliche Residuen kleinerer aber zahlreicher Hämorrhagien.

Meerschweinchen (18). Ausser mittelstarker Dyspnoe keine besonders interessanten Symptome.

Section des Meerschweinchens (18) sofort nach dem Herausnehmen mit Chloroform getödtet.

Lunge stark ödematös, stellenweise aber nicht in grosser Ausdehnung von Blutungen durchsetzt. Ziemlich starkes Emphysem der oberen Lungen theile. Trachea blass, neben serösem Inhalt auch ein zart-gallertiges Gerinnsel von der Länge der Trachea.

Versuch VIII. (7. August 1886).

Versuchsthiere: Kräftiges, grosses Kaninchen (19), mittleres Meerschweinchen (20).

Gehalt der Kastenluft an Chlor: Erste $1\frac{1}{2}$ Stunden 0,34 ‰, zweite 50 Min. 0,29 ‰, letzte 50 Min. 0,29 ‰.

Versuchsdauer: 3 Stunden 10 Min.

Kaninchen (19). Nach 3 Min. Feinschaumige Speichelsecretion. Kauen.

Nach 5 Min. 13 ausserordentlich flache Respirationen.

Nach 15 Min. Es wiederholt sich fortwährend der folgende Cyclus von Bewegungen. Das Thier richtet sich auf, stemmt die Vorderfüsse gegen den oberen Theil der Kastenwand, zieht den Kopf in den Nacken, schliesst die Augen halb und sinkt dann binnen 30—60 Secunden allmählich in sich zusammen, so dass schliesslich der Bauch sich an die Glaswand anlegt; dabei rutschen auch die Vorderfüsse allmählich an der Kastenwand herunter. Die ganze Bewegung macht den Eindruck, als ob das Thier sich wegen Dyspnoe aufgerichtet habe, in der aufgerichteten Stellung aber halb eingeschlafen sei. — Die schwache Speichelsecretion dauert fort. Resp. 16—12, Mund meist etwas offen. Nase etwas livid.

Nach 60 Min. Bild wenig verändert, doch haben die Aufrichtsbewegungen des Kaninchens aufgehört. Dasselbe sitzt ruhig anhaltend etwas vertieft respirirend. Einmal 28 sonst 20—17 Resp. gezählt. Maulaufsperren. Augen halb geschlossen. Nase livid.

Nach 120 Min. Status wesentlich unverändert. Resp. 18. Nase etwas wund.

Nach 180 Min. Weisslich-fetzige Epithelabstossung an Nasen- und Lippenschleimhaut. Sonst status idem.

Nach 190 Min. Heraus. Corneae eine Spur angeätzt im Lidspaltengebiet.

Section des Kaninchens (19) nach Tödtung mit Chloroform sofort nach Versuchsende.

Lunge stark hyperämisch, Luftgehalt vermindert, namentlich im rechten Oberlappen. Infiltratration nicht derb, nirgends circumscripte Blutergüsse.

Trachea und Larynx von oben bis unten mit einer dicken, derben Croupmembran ausgekleidet, die sich leicht ablöst und nach der Bifurcation hin immer dünner wird. Aus derselben promeniren an vielen Stellen eiterig-schleimige Auflagerungen von geringer Ausdehnung aber beträchtlicher Dicke und gelblichweisser Farbe. Ebenso enthalten die Bronchien eiterig-schleimige Pfröpfe aber keine deutlichen croupösen Massen mehr. Trachealschleimhaut nach Ab-

ziehen der Croupmembran stark hyperämisch aber ohne Ecchymosen. Kein normales Epithelium in der ganzen Trachea. — Abdominalorgane erscheinen normal.

Meerschweinchen (20). Erste 20 Min. Etwas Nasen- und Speichelsecretion. Unruhiges Hin- und Herlaufen, allmählich sich ausbildende, ziemlich starke Dyspnoe. Resp. 14. Häufige Reizsymptome.

Nach 60 Min. Resp. eine Zeitlang 18, jetzt wieder 9. Heftige Unruhe, namentlich unermüdliche Versuche auf das Kaninchen hinaufzuklettern, was oft gelingt, doch stets von einem Herunterpurzeln gefolgt ist. Augen zu. Schreien.

Nach 120 Min. Resp. 9. Gelingt ihm immer noch, ab und zu das Kaninchen zu besteigen, obwohl in der Zwischenzeit vielfach Bauchlage und matte Ruhe herrscht.

Nach 180 Min. Matt, ruhig, halbe Bauchlage.

Nach 187 Min. Ganz schwach athmend in Seitenlage, etwas zappelnd. Tod ohne jeden Kampf.

Section des Meerschweinchens (20) 3/4 Stunden nach dem Tode.

Linker Ventrikel contrahirt, rechter mässig dilatirt. Es laufen noch wellenförmige Contractionen über die Vorhöfe ab. Blut flüssig.

Abdominalorgane normal, nirgends Hämorrhagien.

Lunge sehr stark ödematös, blass, auch um die grösseren Blutgefässe der Lungenwurzel starkes Oedem. In den ödematösen Partien liegen ganz disseminirt injicirte, lobuläre Partien, keine kreisförmigen Hämorrhagien. Namentlich die Oberlappen zeigen vermehrten Blutgehalt. Von jedem Querschnitt der ödematösen Lunge fliesst in Menge ein Strom wässeriger Flüssigkeit.

Trachea blass, von einer exquisiten Croupmembran von Anfang des Kehlkopfs bis in die mittleren Bronchien ausgekleidet. Nicht ein einziges, normales Epithelium lässt sich in der Trachealmembran erkennen oder von der Trachealwand abstreifen.

Corneae ziemlich stark opak, am stärksten im Lidspaltengebiet.

Penis, Lippe und die Oberseite der Zunge färben sich, in Jodkaliumstärke gelegt, intensiv blau.

Versuch IX. (19. August 1886.)

Versuchsthiere: Junges Kätzchen (21) (schon einmal in Versuch III als N. (3) 5 Stunden bei 0,018 ‰ gewesen), Kaninchen (22), Meerschweinchen (23).

Gehalt der Kastenluft an Chlor: Erste halbe Stunde 0,34 ‰, zweite Stunde 0,32 ‰.

Versuchsdauer: 1½ Stunde.

Katze (21). Sehr bald heftige Dyspnoe, Unruhe, Brechbewegungen. Resp. 16, 15, 12. Anhaltende, zähe Speichelsecretion. Nach 1½ Stunden sehr elend heraus. Sofort mit Chloroform getödtet.

Section des Kätzchens (21) sofort nach dem Tode.

Starkes Lungenödem, Lungen ausserdem von zahlreichen, lobulären hämorrhagischen Herden durchsetzt. Einige Partien im Oberlappen bieten prachtvolles Emphysem. Trachealepithel sehr locker, aber Zellen gut erhalten sammt ihren Wimpern. Corneae normal. Uebrige Organe ebenso.

Kaninchen (22). Unbeweglich ruhig sitzend, nach den ersten Minuten. Ziemlich starke Dyspnoe. Resp. 16, 21, 24. Maulaufsperren. Nach 1½ Stunden mit Chloroform getödtet.

Section des Kaninchens (22).

Lungen blass, mässig ödematös, wenig hämorrhagische Partien. Trachealepithel an manchen Stellen abgestossen und mit Fibrin zu kurzen, ziemlich derben, unzusammenhängenden Membranen verbunden. Uebrige Organe normal.

Meerschweinchen (23. Stirbt in 65 Min. unter Symptomen heftiger Dyspnoe (Resp. meist 16), unter leichtem Zappeln ohne Streckkrampf.

Section des Meerschweinchens (23) unmittelbar nach dem Tode.

Corneae angeätzt. Viel seröse Flüssigkeit in der Trachea, die ausserdem eine wenig ausgebildete Trachealmembran enthält. Mässiges Lungenödem. Kein perivasculäres Oedem an der Lungenwurzel. Wenig Hämorrhagien in der Lunge, übrige Organe normal.

Versuch X. (17. August 1886.)

Versuchsthiere: Erwachsene Katze (24), Kaninchen (25), Meerschweinchen (26).

Gehalt der Kastenluft an Chlor[1]): Erste halbe Stunde 0,28 ‰, zweite halbe Stunde 0,63 ‰.

Versuchsdauer: 1 Stunde.

Katze (24). Sofort extreme Dyspnoe. 5 Resp. Speichelsecretion. Unruhe.

Nach 13 Min. Die lebhafteste Unruhe vorüber. Resp. 6—7.

Nach 30 Min. Resp. 11.

Nach 42 Min. Ab und zu Niederlegen. Erbrechen von Speiseresten.

Nach 50 Min. 34 oberflächliche Resp. von unregelmässigem Rhythmus. Halbliegende Stellung.

Nach 52 Min. 53 Resp.

Nach 53 Min. 60 Resp., dazwischen ab und zu Würgen. Augen zu. Zunge halb herausgestreckt. Keine Narkose. Ab und zu Abwehrbewegungen gegen das Meerschweinchen, das stets auf sie hinaufklettert.

Nach 55 Min. Nasensecretion. Speichel jetzt ganz dünnflüssig, wirft sich unruhig von einer Seite auf die andere.

---

1) Der geringe Chlorgehalt der ersten halben Stunde kommt offenbar von nicht genügender Durchströmung des Kastens mit der chlorhaltigen Luft vor dem Einsetzen des Thieres.

Nach 60 Min. Thränen, Mund weit offen. Hastige, oberflächliche Respiration.

Nach 64 Min. Scheint nicht mehr stehen zu können, fällt von einer Seite auf die andere.

Nach 65 Min. Noch ein Anfrichteversuch, überschlägt sich zweimal. Zunge blauroth. Klonische Zuckungen, dann ein Streckkrampf. Pupillen dilatiren sich ad maximum, noch eine mitteltiefe Respiration, dann Tod.

Section der Katze (24) sofort nach dem Tode.

Fetzige Croupmembranen auf der Epiglottis und im Larynx. Eine complete, derbe, gelblich-weisse Croupmembran kleidet die ganze Trachea aus und setzt sich in 5 Aeste gespalten in die Bronchien weit hinein fort. Aus der Trachea lassen sich immer noch eine Anzahl normaler Flimmerepithelien gewinnen. — Starkes Lungenödem und Oedema perivasculare an der Lungenwurzel. Von dem blassen, ödematösen Gewebe heben sich zahllose, dunkler und heller rothe infiltrirte Stellen ab, namentlich die Unterlappen strotzen von Blut.

Zunge etwas angeätzt, Corneae zeigen eine minimale, hauchartige Trübung.

Kaninchen (25). Schon nach wenigen Augenblicken starke Unruhe, 8 Resp. Es beginnen darauf Bestrebungen des Thieres sich aufzurichten, die immer wieder von einem soporösen Zusammensinken gefolgt sind. Diese Bewegungen dauern etwa 20 Min. lang an.

Nach 30 Min. Ruhig sitzend. Resp. 16, mittelmässig tief.

Nach 42 Min. Resp. 8—9.

Nach 55 Min. Die letzten 13 Min. blieb das Kaninchen ganz unbeweglich.

Nach 65 Min. Status idem. Resp. angestrengt 13. Heraus.

Stirbt in der Nacht vom 19. auf den 20. August.

Section des Kaninchens (25) am Morgen des 20. August.

Lunge sehr stark ödematös und in weiter Ausdehnung von Hämorrhagien durchsetzt. Luftgehalt sehr vermindert, einzelne exquisite Emphysemläppchen. Larynx angeätzt, Trachea hyperämisch. Epithel löst sich leicht in grossen Fetzen, auch Fibrinanflagerungen fehlen nicht. Wimpern der Flimmerepithelien vielfach erhalten. Trachealinhalt dünnflüssig gelblich-roth.

Meerschweinchen (26). Sofort unruhig. Bald etwas Speichelsecretion.

Nach 20 Min. Resp. 15. Schleppt Hinterbeine etwas nach

Nach 35 Min. Resp. 16 sehr tief, Dyspnoe sehr heftig.

Nach 45 Min. Die Lider etwas mit Secret belegt. Corneae ein wenig angeätzt.

Nach 53 Min. 14 ziemlich tiefe Resp. Nasensecretion.

Nach 64 Min. Ein paar klonische Convulsionen, ein paar langsame Respirationen. Tod ohne Streckkrampf.

Section des Meerschweinchens (26) sofort nach Tod.

Croupmembran von mittlerer Stärke kleidet die ganze Trachealinnenfläche aus. Lunge sehr stark ödematös, die blutigen Infiltrate viel kleiner als bei der Katze. Etwas Emphysem. Zunge und Corneae etwas angeätzt.

Versuch XI. (6. August 1886.)

Versuchsthier: Kräftiges grosses Meerschweinchen (27).

Gehalt der Kastenluft an Chlor: Erste 30 Min. 0,81 ‰; folgende 20 Min. 0,82 ‰.

Versuchsdauer: 51 Min.

Meerschweinchen (27). Sofort nach dem Hineinsetzen ziemlich starkes Augenthränen, Speichelsecretion und rasch zunehmende Dyspnoe.

Nach 12 Min. Thier liegt auf dem Bauch, 13 extrem tiefe Respirationen, namentlich das Inspirium ist stark verlängert. Kleine, wunde Stelle an der Oberlippe.

Nach 14 Min. Augen voll Thränen. Die Thränen etwas dicklich gallertig. Rand der Augenlider weisslich. Ein Hustenstoss.

Nach 20 Min. Gewaltige Dyspnoe. 15 verschieden tiefe Respirationen. Hinterbeine nachgeschleppt. Ab und zu hüpft das Thier mit zusammengekrümmtem Bauch, offenbar vor Schmerz.

Nach 23 Min. Augen halb geschlossen, Mund stets offen.

Nach 35 Min. Status idem.

Nach 44 Min. Der weissliche Saum am Lidrand ist stärker. Es wird dem halb auf dem Bauch liegenden Thiere schwer, sich bei jedem Inspirium auf den Vorderbeinen aufzurichten.

Nach 49 Min. Corneae deutlich trüb. Ab und zu kurze, krampfhafte Sprünge, dabei fällt das Thier in die Seitenlage, athmet äusserst langsam, tief und krampfhaft.

Nach 51 Min. Tod unter einigen leichten Zuckungen ohne Tetanus.

Section des Meerschweinchens (27) 2½ Stunden nach dem Tode.

Todtenstarre. Blut geronnen. Linker Ventrikel leer, rechter mässig gefüllt. — Lunge blass, collabirt schlecht, ziemlich stark ödematös, nur einzelne kleinere Partien rothbraun, hyperämisch und hämorrhagisch, namentlich die Spitze des rechten Mittellappens. — Trachea blass, ohne Hämorrhagien vom Larynx bis weit in die Bronchien mit einer weisslichen, sehr derben Croupmembran ausgekleidet. Dieselbe liegt locker auf, tapezirt den Kehlkopf aus, ist unterhalb des Kehlkopfs getrennt und das untere Stück gegen die Bifurcation hin etwas zusammengestaucht. — Mikroskopisch besteht die Membran aus dichten Fibrinmassen, zwischen denen reichliche Leucocythen und deformirte Epithelien liegen. Nach Entfernung des Croupmembran lässt sich von der Trachealinnenfläche mit dem Scalpell noch immer etwas Epithel abschaben, doch ist dasselbe zum allerkleinsten Theil wimpertragend und fast ausschliesslich stark deformirt.

Corneae etwas trübe. Die weisslichen Secrettröpfchen am Lidrand sind zu weisslichen Krüstchen eingetrocknet, sie bestehen mikroskopisch aus amorphen Eiweissschollen und zahlreichen Fetttropfen und scheinen von den Meibom'schen Drüsen abgesondert.

Magendarmkanal, Leber, Nieren, normal.

Uebersichtstabelle I.

Katzen.

Versuchsnummer	Chlorgehalt in ‰	Thiernummer	Versuchsdauer Std.	Versuchsdauer Min.	Symptome während des Verlaufs	Schicksal des Thieres nach dem Versuch
I	0,001	(1)	7	30	Sofort beginnt eine 1½ Stunden anhaltende Speichelsecretion mit Reizsymptomen. Sehr ruhiges Verhalten ohne Narkose.	
II	0,013	(2)	10	30	Wie 1, aber intensivere während der ganzen Versuchsdauer anhaltende Symptome. Resp. stark verlangsamt.	Hustet oft nachher. Section verloren gegangen.
III	0,018	(3)	5	—	Eine kurze Zeit Resp. stark beschleunigt. Neben Salivation und Reizsymptomen ziemlich starke Dyspnoe. Augen geschlossen Mehrfaches Erbrechen.	Eitrige Conjunctivitis, die aber vor Versuch schon andeutungsweise vorhanden war. (8 Tage später als Nr. 21 nochmals verwendet, vgl. Versuch IX.)
IV	0,033	(6)	6	20	Aehnlich wie Nr. 3. Zeitweise ruhiges Liegen auf der Seite.	Viel Husten, magert ab. Nach 5 Tagen zu Versuch V verwendet.
V	0,057 bis 0,033	(9)	3	20	Starke Dyspnoe, Salivation, häufiges Erbrechen. Zeitweise erscheint das Thier wie narkotisirt. Respiration maximal verlangsamt.	Sofort getödtet. Trachealepithel stark zerstört. Lunge collosal ödematös, grosse hämorrhagische Partien.
VI	0,043	(13)	5	—	Wie Nr. 9. Schwer krank herausgenommen.	Nach 3 Tagen Husten, getödtet. Eitrige Tracheïtis. Grosse Lungenpartien in hämorrhagischer Entzündung, andere stark emphysematös.
VII	0,066	(16)	3	40	Aehnlich wie Nr. 9.	Sofort getödtet. — Serös-schaumiger, etwas blutiger Trachealinhalt. Einzelne Fibrinzüge darin. Gewaltiges Lungenödem mit ausgedehnten hämorrhagischen Entzündungen.
IX	0,33	(21)	1	30	Symptome wie bei Nr. 9, aber sehr rasch entwickelt.	Befund wie bei Nr. 16. Keine Croupmembran (Vor 8 Tagen als Nr. 13 zu Versuch III verwendet.)

Versuchs-nummer	Chlorgehalt in ‰	Thier-nummer	Versuchsdauer Std.	Versuchsdauer Min.	Symptome während des Verlaufs	Schicksal des Thieres nach dem Versuch
X	0,28 bis 0,63	(24)	1	05	Tod in 65 Min. Resp. erst extrem langsam, dann extrem rasch. Tod unter Erstickungssymptomen.	Gewaltige Croupmembran in Larynx und Trachea. Lungenödem hohen Grades, dazwischen hämorrhagische Entzündungen. Zunge und Corneae eine Spur angeätzt.

Uebersichtstabelle II.

Kaninchen.

Versuchs-nummer	Chlorgehalt in ‰	Thier-nummer	Versuchsdauer Std.	Versuchsdauer Min.	Symptome während des Verlaufs	Schicksal des Thieres nach dem Versuch
III	0,018	(4)	5	—	Sehr ruhig. Resp. sinkt etwas.	Erscheint normal.
IV	0,033	(7)	6	20	Zeitweise starke Dyspnoe. Grosse Ruhe. Andeutung von Sopor im Anfang des Versuchs.	Nach 3 Tagen getödtet. Etwas seröser Trachealinhalt. Einige kleine Blutungen u. Atelectasen in der Lunge.
V	0,057 bis 0,033	(10)	3	30	Ziemlich starke Dyspnoe. Keine Narkose.	Tod in der Nacht. Eitrige Tracheïtis. Oedem und pneumonische Infiltration der Lunge. (War 5 Tage vorher als Nr. 7 verwendet gewesen.)
VI	0,043	(14)	5	—	Deutlich soporöse Zustände, mässige Dyspnoe.	Keine Section. (Vorher in Versuch III 6 Std. 20 Min. bei 0,033 ‰ als Nr. 7.)
VII	0,066	(17) grosses Thier	3	40	Mässige Dyspnoe. Keine wesentlich verlangsamte Resp.	Nach 4 Tagen getödtet. Eiterig-schleimige Bronchitis und Bronchiolitis. Emphysem der oberen Lungenlappen. An vielen Lungenstellen Residuen kleiner zahlreicher Hämorrhagien.
VIII	0,31	(19)	3	10	Speichelsecretion. Deutlich soporöse Zustände in der ersten Versuchsstunde. Später ruhig ohne wesentliche Dyspnoe. Resp. 20—17. Corneae schliesslich eine Spur verätzt.	Sofort getödtet. Tracheïtis crouposa. Starke Hyperämie, aber ohne eigentliche Infiltration der Lunge, auch kein Oedem.

Versuchsnummer	Chlorgehalt in ‰	Thiernummer	Versuchsdauer		Symptome während des Verlaufs	Schicksal des Thieres nach dem Versuch
			Std.	Min.		
IX	0,33	(22)	1	30	Ruhig sitzend. Starke Dyspnoe. Resp. 16—24.	Sofort getödtet. Mässiges Lungenödem, wenig Lungenhämorrhagien. Beginnende Bildung eines Trachealmembran.
X	0,28 bis 0,63	(25)	1	05	Heftige Dyspnoe. Anfangs unruhig, später ruhig. Resp. 8—13. Zeitweise deutlich dyspnoëtische Erscheinungen.	Tod in der folgenden Nacht. Starkes Lungenödem mit Hämorrhagien. Beginnende Croupmembranbildung in der Trachea.

Uebersichtstabelle III.

Meerschweinchen.

Versuchsnummer	Chlorgehalt in ‰	Thiernummer	Versuchsdauer		Symptome während des Versuchs	Schicksal des Thieres nach dem Versuch
			Std.	Min.		
III	0,018	(5)	5	—	Sehr wenig Symptome. Träg.	Scheint nicht wesentlich afficirt.
IV	0,033	(8)	6	30	Bald starke Reizsymptome. Unruhe. Heftige Dyspnoe.	Section ½ Stunde nach dem Tode. Tracheïtis. Lungen von Blutungen und Oedem durchsetzt.
V	0,057 bis 0,033	(11)	3	30	Mittelschwere Reizsymptome und Dyspnoe. Resp. verlangsamt.	Nachbeobachtungen fehlen.
VI	0,043	(15)	5	—	Erste 3½ Stunden ziemlich ruhig. Resp. 13—14. Später Resp. 22.	Wenig geschädigt dem Aussehen nach (hatte den Tag vorher als Nr. 5 gedient).
VII	0,066	(18)	3	40	Mittelstarke Dyspnoe, sonst nichts besonderes.	Section ½ Stunde nach Herausnehmen. Starkes Lungenödem, Blutungen nicht sehr ausgedehnt. Obere Theile stellenweise emphysematös. Trachea blass, neben serösem Inhalt ein gallertiges Gerinnsel.

Versuchs-nummer	Chlorgehalt in ‰	Thier-nummer	Versuchsdauer Std.	Min.	Symptome während des Versuchs	Schicksal des Thieres nach dem Versuch
VIII	0,32	(20)	3	10	Tod nach 3 Std. 10 Min. Reizsymptome, etwas Speichelsecretion, heftige Dyspnoe, schliesslich zappelnd in Bauchlage, Tod ohne Krampf.	Section 3/4 Stunden nach dem Herausnehmen. Noch wellenförmige Contractionen an den Vorhöfen. Sehr starkes Lungenödem mit Hämorrhagien durchsetzt. Trachea blass mit exquisiter Croupmembran in grosser Ausdehnung.
IX	0,33	(23)	1	05	Tod nach 65 Min. nach heftiger Dyspnoe unter leichten klonischen Convulsionen ohne Streckkrampf.	Mässiges Lungenödem, Andeutung von Trachealmembran, Trachea sonst mit serösem Inhalt. Corneae angeätzt
X	0,28 bis 0,63	(26)	1	04	Symptome wie Nr. (23). Tod nach 64 Min.	Croupmembran von mittlerer Stärke auf der Trachealismenfläche. Starkes Lungenödem. Corneae etwas angeätzt.
XI	0,81	(27)	—	50	Wie Nr. 26. Tod nach 50 Min. Nach 49 Min. Corneae deutlich angeätzt. Rahmiges Secret der Lidränder.	Section 2½ Stunden nach dem Tode. Lunge ziemlich stark ödematös, Hämorrhagien nicht in grosser Ausdehnung. Exquisite, ausgedehnte Croupmembran.

Bromversuche.

Versuch I. (26. August 1886.)

Versuchsthier: Mittelgrosse Katze (1).

Gehalt der Kastenluft an Brom: 0,0013 ‰

Versuchsdauer: 7 Stunden.

Nach 4 Stunden beginnt mässige Speichelsecretion, die so lange dauert als der Versuch. Sonst nichts Abnormes. Nachher Wohlbefinden.

Versuch II. (24. August 1886.)

Versuchsthiere: 3/4 erwachsene schwarze Katze (2), sehr grosses, kräftiges Kaninchen (3), Meerschweinchen (4).

Gehalt der Kastenluft an Brom: Erste 3½ Stunden 0,014 ‰, folgende 3 Stunden 0,015 ‰.

Versuchsdauer: 6½ Stunden.

Katze (2). Sofort erst dünn- dann zähflüssige Speichelsecretion.

Nach 10 Min. Resp. 26. Viel Niessen, ziemliche Unruhe.

Nach 45 Min. Resp. 10—11. Speichel längere Zeit dünn- jetzt wieder zähflüssig.

Nach 100 Min. Noch immer Speichelsecretion. Resp. 8 mitteltief. Ruhig, aber nicht narkotisirt.

Nach 240 Min. Immer ruhig. Resp. 14, ziemlich flach.

Nach 390 Min. Status idem. Heraus.

Am nächsten Tag mit Chloroform getödtet.

Section der Katze (2) sofort nach dem Tode.

Trachea etwas injicirt und mit etwas eitrigem Schleim bedeckt. Lungen namentlich in den unteren Partien von stark vermindertem Luft- und stark vermehrtem Blutgehalt, grosse Partien ziemlich derb und dunkelroth. Auch in den Oberlappen dunkelrothe, katarrhalische Partien. Deutliches Randemphysem. Schaumiges Secret in den feineren Bronchien.

Kaninchen (3). Ein wenig Dyspnoe. Etwas verlangsamte Respiration.

Am 26. August zu Versuch VI benutzt.

Meerschweinchen (4). Ein wenig Dyspnoe. Keine Narkose. Am nächsten Tag mit Chloroform getödtet.

Section des Meerschweinchens (4) 7 Stunden nach dem Tode.

Trachea enthält ein wenig Schleim. Im rechten Oberlappen einige dunkelrothe, splenisirte Stellen. Lunge hyperämisch, collabrirt gut. — Nicht ganz klare Veränderungen am Magen.

Versuch III. (23. Juli 1886.)

Versuchsthiere: Katze (5), Meerschweinchen (6), mittleres Kaninchen (7).

Gehalt der Kastenluft an Brom: Erste 1 Stunde 40 Min. 0,021 ‰, folgende 5 Stunden 10 Min. 0,025 ‰.

Versuchsdauer: 6 Stunden 50 Min.

Katze (5). Während des ganzen Versuches fast anhaltend abwechselnd dünn- und dickflüssige Speichelsecretion. Resp. sinkt von 18 auf 13, 10 und ist nach 3 Stunden 20 Min. auf 7 angekommen.

Nach 3 Stunden 35 Min. etwas somnolenter Eindruck, der aber später wieder verschwindet. Resp. 15 sinkt allmählich wieder auf 11. Thier meist ruhig, etwas schmerzliches Miauen ab und zu.

Am andern Morgen mit Chloroform getödtet.

Section der Katze (5) sofort nach dem Tode.

Trachea von oben bis unten mit eitrigem Schleim bedeckt. Mucosa blass. Lungen collabiren gut, nicht stark hyperämisch. Magen normal.

Kaninchen (7). Geringe Dyspnoe, Respiration sinkt von 32 auf 15, ist aber gegen das Versuchsende wieder 20. Sehr ruhiges aber nicht deutlich soporöses Verhalten.

Nach 5 Tagen mit Chloroform getödtet.

Section des Kaninchens (7) sofort nach Tod.

Trachea stark hyperämisch, von zähem Schleim bedeckt. An manchen Stellen liegen derbe, eiterig gefärbte Massen. Keine Croupmembrane. Hinterlappen der Lunge zeigen hämorrhagische Entzündung, auch im linken Oberlappen einige Blutherde. — Magen erscheint normal.

Meerschweinchen (6). Geringe Dyspnoe. Resp. 25—14. Sehr ruhig. Am folgenden Tag mit Chloroform getödtet.

Section des Meerschweinchens (6).

Linke Lunge wenig pathologisch verändert, am rechten Oberlappen ein derber, dunkelrother, keilförmiger Herd. Unterlappen z. Th. auch Mittellappen dunkelroth, luftleer. — In der Trachea gut erhaltenes Epithel, wenig Secret.

Versuch IV. (20. August 1886.)

Versuchsthiere: Meerschweinchen (8), mittleres Kaninchen (9).

Gehalt der Kastenluft an Brom: Erste Stunde 0,13 ‰, folgende 2 Stunden 0,10 ‰.

Versuchsdauer: Kaninchen 2½ Stunden, Meerschweinchen 2¾ Stunden.

Kaninchen (9). Setzt sich sofort ruhig hin und bewegt sich während des ganzen Versuches kaum. Es bilden sich allmählich einzelne Reizsymptome aus. Respirationsfrequenz anfangs 14, dann 22, 18, 16, 14. Etwas Dyspnoe. Corneae spurweise getrübt. Nach 2½ Stunden heraus.

Section des Kaninchens (9). 4 Tage später mit Chloroform getödtet und sofort secirt.

Trachea sehr stark injicirt, wenig Secret enthaltend. Lunge sehr stark hyperämisch, collabirt aber gut. Flimmerepithel in Thätigkeit.

Magen prall mit frischem Grünfutter gefüllt. Eine grosse Stelle (2 cm lang 1½ cm breit) der vorderen Magenwand ist merkwürdig blass und durchscheinend, sie reisst bei ganz schwachem Ziehen am Magen zu einem grossen Fenster ein. Zahlreiche, kleine Hämorrhagien umgeben die erweichte Magenstelle. Darm normal.

Meerschweinchen (8). Sofort ziemlich starke Speichelsecretion, ruhiges Dasitzen, etwas Wischen und Reiben an der Nase. Resp. 13, dann 18.
Nach 30 Min. Resp. 9. Complete Ruhe.
Nach 90 Min. Resp. 11. Augen eine Spur angeätzt.
Nach 165 Min. Die letzte Zeit Resp. 14—20. Etwas Dyspnoe und Niessen.
Bei Versuch V am folgenden Tag wieder verwendet.

Versuch V. (21. August 1886.)

Versuchsthiere: Meerschweinchen (10) (als N. 8 am 20. August 2¾ Stunden bei 0,12 ‰), erwachsene Katze (11), mittleres Kaninchen (12).

Gehalt der Kastenluft an Brom: Erste 5/4 Stunden 0,20 ‰, folgende 1 1/2 Stunden 0,18 ‰, folgende 3 3/4 Stunden 0,16 ‰.

Versuchsdauer: 6 1/2 Stunden.

Katze (11). Sofort lebhafte Speichelsecretion und Nasensecretion, dabei lebhafte Unruhe.

Nach 20 Min. Luftsprünge. Lautes Jammern. Resp. 7.

Nach 35 Min. Resp. 8. Fortwährender Stellungswechsel. Anhaltende, zähe Salivation.

Nach 110 Min. Legt sich. Augen fest geschlossen. Jammern. Resp. 15.

Nach 140 Min. Zusammengekauert. Resp. 13. Augen zu. Starkes Maulaufreissen. Offenbar starke Dyspnoe.

Nach 165 Min. Das fortwährende Aendern der Stellung bei der Katze scheint zu bedeuten, dass die Haut schmerzhaft ist.

Nach 310 Min. (Längere Zeit nicht beobachtet.) Wenig verändert, nur ist die Resp. sehr langsam geworden: 6. Die Bewegungen etwas taumelnd unsicher.

Nach 390 Min. 7 extrem tiefe Resp. Meist in Bauchlage, Thier leidet sehr stark. Zum erstenmal deutliche Brechbewegung beobachtet. Heraus. Sofort mit Chloroform getödtet.

Section der Katze (11) sofort nach dem Tode.

Haare des Felles stark klebrig und erweicht, besonders deutlich ist dies bei den Schnurrbarthaaren. Zungenepithel etwas angeätzt. Trachea von der Epiglottis bis weit in die Bronchien mit einer derben, gelben Croupmembran ausgekleidet. Keine Hämorrhagien. Mikroskopisch enthält die Membran neben typischen Fibrinsträngen zahlreiche, gut erhaltene Flimmerepithelien. — Die in Stärkelösung gelegte Membran zeigt auf Jodkaliumzusatz keine Blaufärbung. Lunge: Sehr stark ödematös, sehr starkes perivasculäres Oedem an der Lungenwurzel. Die unteren Lungenlappen stark hyperämisch mit zahlreichen Hämorrhagien. — Keine Magenblutungen. Im Lidspaltengebiet minimale Trübung der Cornea. Blase leer.

Kaninchen (12). Sofort Resp. 11. Ganz ruhig. Im weiteren Verlauf Resp. 12 — 18 — 14. Mitteltiefe Athemzüge. Wenig auffallende Symptome.

Nach 6 1/2 Stunden herausgenommen, stirbt in meinen Händen.

Section des Kaninchens (12) sofort nach dem Tode.

Starke Erweichung und Quellung der Haare. Dieselben sind in eine schwarze, gummiartig klebende Masse verwandelt, die an den Händen haftet. Die Schnauzenhaare sind weich und schlaff geworden und färben sich jetzt intensiv mit Methylviolett, was normale Vergleichshaare nur in sehr schwachem Grade thun. — Trachea sehr stark hyperämisch, auch einzelne Hämorrhagien in der Schleimhaut. Epithel sehr locker, an zahlreichen Stellen gelblich-rothe, nicht sehr ausgedehnte, aber sehr derbe Fibrinausscheidungen, die ein ganz charakteristisches Aussehen haben. Kehlkopfschleimhaut sehr locker, theilweise abgestossen. In der ganzen Trachea kein normales Epithel. Lunge ziemlich blass, wenig ödematös, etwas Randemphysem und einige kleinere

Blutungen. Bronchien mit blutig-serösem Schleim gefüllt. Corneae mässig verätzt. — 6—8 kleine Magenhämorrhagien, Darm normal. Zungenepithel scheint gelockert.

Meerschweinchen (10). Sofort eine Thräne. Resp. während des ganzen Versuchs 13—16. Allmählich bildet sich starke Dyspnoe aus unter sehr starkem Maulaufsperren.

Nach 310 Min. Ein Auge ziemlich stark trübe, eine klebrige Thräne darin, schaumiges Nasensecret. Resp. extrem tief und angestrengt. Ab und zu Husten und Niessen.

Nach 400 Min. Hinterbeine nachgeschleppt, dennoch sehr viel Herumklettern. Herausgenommen und sofort mit Chloroform getödtet.

Section des Meerschweinchens (10).

Haare weniger angegriffen als beim Kaninchen und der Katze. Lungen blass, mässiges Oedem, collabiren sehr schlecht. Schlecht ausgebildete, croupöse Trachealmembran. Einige Magenblutungen von geringem Umfang, ein Bluterguss in die Subserosa an der kleinen Curvatur. Cornea rechts sehr stark, links sehr schwach verätzt.

Versuch VI. (26. August 1886.)

Versuchsthiere: Katze (13) (vorher 7 Stunden in Versuch I bei 0,0013 ‰ Brom), grosses Kaninchen (14) (vorher am 24. August 6½ Stunden bei 0,013 ‰ Brom), Meerschweinchen (15).

Gehalt der Kastenluft an Brom: Erste ½ Stunde 0,12 ‰, zweite ½ Stunde 0,31 ‰, dritte ½ Stunde 0,36 ‰, vierte ½ Stunde 0,28 ‰, fünfte ½ Stunde 0,33 ‰, sechste ½ Stunde 0,26 ‰, mittlerer Gehalt 0,3 ‰.

Versuchsdauer: 3 Stunden.

Katze (13). Sofort lebhafteste Symptome von Schmerz und Dyspnoe. Heftige Unruhe und starke Salivation.

Nach 10 Min. Katze in eigenthümlicher Stellung. Sie sitzt auf den rechtwinkelig vorgestreckten Hinterbeinen und stemmt die ebenso vorgestreckten Vorderbeine gegen die eine senkrechte Kastenwand. Kopf etwas zurückgezogen, mässige Dyspnoe.

Nach 15 Min. Sitzt wieder in gewöhnlicher Stellung. Reizsymptome etwas geringer.

Nach 28 Min. Dyspnoe stärker. 13 Resp.

Nach 47 Min. Ruhig, aber keineswegs narkotisirt. Continuirliches Speicheln. Resp. 13.

Nach 65 Min. Halbliegend. Matt. 12 mitteltiefe Resp. bei offenem Munde.

Nach 80 Min. Resp. 10.

Nach 95 Min. Resp. 14. Augen meist geschlossen.

Nach 120 Min. Resp. 24. Mitteltief. Ab und zu wälzt sich das in liegender Stellung befindliche Thier.

Nach 141 Min. Stets Bauchseitenlage. Ab und zu Brechen und Herumwerfen.

Nach 157 Min. Schwer athmend, würgend, scheint nicht mehr auf den Füssen stehen zu können. Resp. 7.

Nach 180 Min. Cornea etwas trübe. Resp. 5—6, moribund. Heraus.

Das herausgenommene Thier kann nicht auf den Füssen stehen. Herzschlag höchst langsam. Sofort mit Chloroform getödtet.

Section der Katze (13) (12 Stunden nach dem Tod).

Haare erweicht, klebrig. Trachea enthält eine citronengelb gefärbte, derbe, sich in die feineren Bronchien fortsetzende Croupmembran, die in ihren unteren Partien abgerissen und gegen die Bifurcation hin zusammengerutscht ist. Auch im Kehlkopf eine Membran. Die Trachealmembran zeigt mikroskopisch zahlreiche, gut erhaltene Epithelien. — Lungen zeigen ein Oedem mittlerer Stärke, obere Partien blass (im linken Oberlappen exquisites Emphysem), untere hintere Partien zum Theil stark geröthet. Magen gefüllt ohne Hämorrhagien. Im Harn keine deutliche Bromreaction erhältlich. — Corneae deutlich verätzt.

Kaninchen (14). Schon nach 5 Min. beginnt das Kaninchen, das sich in aufgerichteter Stellung an die Kastenwände anstemmte, langsam wie soporös zusammenzusinken. Nachdem es in zusammengesunkener Stellung eine bis einige Minuten verblieben ist, beginnt ein neues Aufrichten, dem ein neues Collabiren folgt.

Nach 15 Min. Bei einem Aufrichtungsversuch fällt das Thier auf den Rücken und bleibt eine Weile mit ausgestreckten Beinen in Seitenlage liegen. Erst etwa nach 1 Min. zappelndes Aufrichten.

Nach 20 Min. Fällt neuerdings betäubt auf den Rücken. Resp. 20. Dies wiederholt sich 3 mal in den nächsten 8 Min.

Nach 34 Min. Seit 6 Min. ist das Thier in einer Stellung geblieben, die wirklich den Eindruck tiefer Narcose macht. Auf starkes Klopfen an die Glaswand macht es nur minimale Bewegung. 8—9 mitteltiefe Resp. in einer Mittellage zwischen Rücken- und Seitenlage.

Nach 45 Min. Ein wenig aufgerichtet. Kopf in den Nacken gezogen.

Nach 47 Min. Sitzt wieder. Resp. 8.

Nach 65 Min. Seit einigen Minuten steht das Thier auf den Hinterbeinen Resp. 18.

Nach 70 Min. Wieder in eine unbequeme, soporöse Stellung zusammengesunken.

Nach 80 Min. Resp. 10, mitteltief. Steht wieder einmal eine Weile.

Nach 120 Min. Die zunehmende Dyspnoe verdeckt die Narcose. Thier meist mehr oder weniger aufgerichtet.

Nach 180 Min. Zustand hat sich die Zeit über wenig geändert. Resp. 9, tief. Zustand recht elend. Heraus.

Das herausgenommene Thier athmet röchelnd, aber noch kräftig, stirbt in der Nacht.

Section des Kaninchens (14) (8 Stunden nach dem Tode).

Trachea enthält vom Larynx bis in die Bronchien eine ausgebildete, derbe Croupmembran, die an einigen Stellen mehr gelb und fibrinös, an anderen mehr schleimig eitrig aussieht. Linker Oberlappen, rechter Mittel- und Unterlappen auf grosse Strecken complet dunkelroth hepatisirt. Viel Emphysem in den Randpartien. Magen aufgebläht, keine Blutungen darin zu sehen. Darmkanal normal — Haare klebrig angegriffen.

Meerschweinchen (15). Bietet ausser einer zunehmenden Dyspnoe kein bemerkenswerthes Verhalten. Keine Narkose. Resp. 18—15.

Schon nach 30 Min beginnt die Anätzung der Corneae, nach 95 Min. sind dieselben ganz opak. Gegen Ende sinkt Resp. auf 8 und die schon nach 120 Min. schwach werdenden Hinterbeine versagen allmählich ganz den Dienst. Thier stirbt während des Herausnehmens.

Section des Meerschweinchens (15) (16 Stunden nach dem Tode).

Corneae stark verätzt. Haare sehr klebrig und theilweise aufgelöst. Trachealexsudat gelbgefärbt, fibrinös, aber krümelig und keine zusammenhängenden Ueberzüge bildend. Lungen nicht wesentlich ödematös, aber stark hyperämisch, namentlich in den hinteren unteren Partien. — Ueber 30 kleine (bis linsengrosse) Hämorrhagien in der Mucosa des Magens. Eine grosse Anzahl stecknadelkopfgrosser Hämorrhagien in der Serosa der Curvatura major.

Uebersichtstabelle I.

Katzen.

Versuchsnummer	Bromgehalt in ‰	Thiernummer	Dauer		Symptome während des Versuchs	Schicksal des Thieres nach dem Versuch
			Std.	Min.		
I	0,0013	(1)	7	—	Nach 4 Stunden mässige Speichelsecretion, die bis Ende anhält.	Wohlbefinden.
II	0,014	(2)	6	30	Reizsymptome. Salivation. Resp. verlangsamt, wenig Dyspnoe. Keine Narkose.	Nach 24 Stunden getödtet. — Tracheïtis suppurativa, katarrhalpneumonische Herde in der Lunge von ziemlicher Ausdehnung. Randemphysem.
III	0,023	(5)	6	50	Aehnlich wie Nr. 2, etwas mehr somnolenter Eindruck.	Nach 24 Stunden getödtet. — Tracheïtis suppurativa. Lungen hyperämisch.
V	0,18	(11)	6	30	Starke Reizsymptome u. Salivation. Starke Dyspnoe mit starker Respirationsverlangsamung. Bewegungen etwas unsicher, schliesslich Bauchlage. Keine Narkose.	Sofort getödtet. — Haare erweicht. Croupmembran vom Larynx bis in die feinen Bronchien. Sehr starkes Lungenödem mit zahlreichen Hämorrhagien.
VI	0,3	(13)	3	—	Etwa wie Nr. 11, nur noch intensivere Symptome. Corneae trüben sich. Endlich unfähig zu stehen. Höchste Schwäche.	Sofort getödtet. — Befund sehr ähnlich wie bei Nr. 11, nur Lungenödem schwächer, Corneae verätzt.

Uebersichtstabelle II.
Kaninchen.

Versuchs-nummer	Bromgehalt in ‰	Thier-nummer	Dauer Std.	Dauer Min.	Symptome während des Versuchs	Schicksal des Thieres nach dem Versuch
II	0,014	(3)	6	30	Etwas Dyspnoe und verlangsamte Resp.	2 Tage später zu Versuch VI benützt.
III	0,023	(7)	6	50	Mässige Dyspnoe. Keine Narkose.	Nach 5 Tagen getödtet. Tracheïtis suppurativa. Einige pneumonische Lungenherde.
IV	0,12	(9)	2	30	Etwa wie 7. Etwas mehr Reizsymptome. Leichte Andeutung von Corneatrübung.	Nach 5 Tagen getödtet. Tracheïtis suppurativa. Erweichung einer Stelle der Magenwand. Sehr zahlreiche Magenecchymosen.
V	0,18	(12)	6	30	Etwa wie 7. Stirbt beim Herausnehmen.	Haare erweicht, klebrig. Corneae verätzt. Trachea stark hyperämisch mit einzelnen Ecchymosen und beginnender Croupbildung. Mässiges Lungenödem und Hämorrhagien. 6—8 kleine Magenhämorrhagien.
VI	0,3	(14)	3	—	Neben den Reiz- und Dyspnoesymptomen deutliche Narkose (vgl. Specialprotokoll). Tod einige Stunden später.	Ausgebildete Trachealcroupmembran. Grosse Hepatisationen ganzer Lungenlobi. Haare klebrig. Keine Magenecchymosen.

Uebersichtstabelle III.
Meerschweinchen.

Versuchs-nummer	Bromgehalt in ‰	Thier-nummer	Dauer Std.	Dauer Min.	Symptome während des Versuchs	Schicksal des Thieres nach dem Versuch
II	0,014	(4)	6	30	Etwas Dyspnoe, keine Narkose.	Nach 24 Stunden getödtet. Etwas Schleim in der Trachea, einige splenisirte Stellen in der Lunge.
III	0,023	(6)	6	50	Wie (4).	Wie (4). Pathol. Veränderungen etwas stärker.
IV	0,12	(8)	2	45	Mehr Reizsymptome. Augen eine Spur angeätzt. Sehr ruhig, etwas Dyspnoe, keine Narkose.	Bei Versuch V am folgenden Tag als Nr. (10) wieder verwendet.

Versuchs-nummer	Bromgehalt in ‰	Thier-nummer	Dauer		Symptome während des Versuchs	Schicksal des Thieres nach dem Versuch
			Std.	Min.		
V	0,18	(10)	6	30	Sofort eine Thräne. Starke Dyspnoe. Schliesslich Hinterbeine schwach. Corneae bald etwas angeätzt.	Sofort getödtet. Haare etwas angegriffen. Corneae angeätzt. Schlecht ausgebildete Trachealmembran. Lungenödem. Magenblutungen.
VI	0,3	(15)	3	—	Wie V, nur alle Symptome rascher entwickelt. Tod beim Herausnehmen.	Befund ähnlich wie bei (10).

6. Schlüsse aus den Versuchsprotokollen.

Ein Blick auf die Uebersichtstabellen der Chlor- und Bromversuche zeigt sofort wie ausserordentlich ähnlich die Wirkung der beiden Gase ist, eine parallele Darstellung derselben ist deshalb die einzig zweckentsprechende.

Die folgenden Ausführungen enthalten die Belege dafür, dass gleiche Volumprocente Chlor und Brom nicht nur ähnlich, sondern auch so ziemlich mit gleicher Intensität wirken oder mit anderen Worten, da ein gleiches Volum zweier Gase bei demselben Druck und der gleichen Temperatur stets die gleiche Anzahl Moleküle enthält: Es wirkt ein Molekül Chlor auf den Organismus fast genau gleich wie ein Molekül Brom und zwar sowohl qualitativ als quantitativ.

Es ist dies ein theoretisch sehr befriedigendes Resultat, da ja die beiden Halogene in ihrem ganzen chemischen Verhalten so sehr viel Aehnlichkeit besitzen. Eine Analyse der Wirkungsweise der beiden Gase auf das Allgemeinbefinden und die einzelnen Organe der Thiere wird dies sofort herausstellen.

Ich bemerke schon hier, dass ich über die Ursache der fast momentanen Todesfälle bei sehr hohen Chlordosen keine Erfahrungen gesammelt habe. Einmal lassen sich Dosen von mehreren Procenten mit meinem Apparat nicht gut herstellen, und zweitens haben solche Concentrationen, die nur bei Unglücksfällen höchst selten einmal eintreten, keine hygienische, sondern

nur eine toxicologisch-klinische Bedeutung. Die von mir angewendeten Dosen haben nie 0,8 ‰ überstiegen, der rasche Tod (in ca. 1 Stunde) der Thiere dabei liess mir eine weitere Steigerung der Concentration unnöthig erscheinen. Es fehlt mir also an Material, um in der interessanten Frage, ob die Thiere in sehr stark chlorhaltiger Luft wirklich an Herzlähmung starben [1]), mitzusprechen, alle Thiere, die in meinen Versuchen starben, boten so ausgeprägte pathologisch-anatomische Veränderungen ihrer Organe, dass man um eine demonstrirbare Todesursache nie in Verlegenheit war.

Man könnte mir vorwerfen, dass in meinen Versuchen mit Chlor der Sprung von 0,066 ‰ auf 0,33 ‰ etwas zu gross sei und dass dazwischen ein Versuch mit 0,1 ‰ ungefähr fehle. Da aber einerseits die Tabelle zeigt, dass die Symptome bei 0,066 ‰ und 0,33 ‰ eigentlich nur durch ihre Intensität, resp. durch die verschiedene Schnelligkeit, in der sie gefahrdrohend werden, differiren und andererseits über das analog wirkende Brom ein Versuch mit 0,12 ‰ und 0,18 ‰ vorliegt, so glaube ich, dass diese Lücke ohne Belang ist.

Wirkung auf das Allgemeinbefinden.

Bei Gelegenheit meiner Versuche mit Ammoniak und Salzsäure habe ich eingehend die Reizsymptome beschrieben, die beim Einathmen dieser Gase auftraten. Aehnlich nur noch viel intensiver wirkten die Halogene. Sowie die allerschwächsten Dosen von 0,001—0,010 ‰ überschritten waren, zeigte sich bei den Katzen schon regelmässig Reizung sämmtlicher Schleimhäute, die sich durch Unruhe, Schreien und andere Schmerzäusserungen zu

1) Falck, Vierteljahrsschrift f. ger. Medic. u. öffentl. Sanitätsw. 1872 Bd. 16 S. 9. Diese Angabe hat übrigens Binz (Arch. für exp. Pathologie Bd. 13 S. 143) für den Frosch mit Sicherheit als irrig erwiesen und dargethan, dass beim Frosch die Centralorgane und zwar erst das Grosshirn, bei stärkeren Dosen auch das Respirationscentrum gelähmt werden, und dass der Herzstillstand beim Frosch immer erst secundär die Folge der Athmungslähmung ist. Auch für den Warmblüter sind mir die verschiedensten anderen Annahmen zur Erklärung des plötzlichen Todes im Chlor viel wahrscheinlicher als die eines plötzlichen Herzstillstandes.

erkennen gaben. Die hierbei beobachteten Symptome besassen weder beim Chlor noch beim Brom etwas charakteristisches, auch die Erscheinungen schmerzhafter Dyspnoe, die sich meist anschlossen, wichen in nichts von den bei NH_3 und HCl beobachteten ab. Hier wie dort kamen bei starken Dosen, die heftige Schmerzen verursachten, gelegentlich Ausbrüche von Verzweiflung vor, Bestreben den Glaskasten zu zertrümmern, wüthende Wälzbewegungen u. s. w.

Weit weniger traten Reizsymptome bei den Kaninchen und Meerschweinchen hervor, das Auftreten derselben zeigte sich auch wenig von der Concentration des Gases abhängig; denn während z. B. das Chlorkaninchen (7) bei 0,033 ‰ einmal eine Zeit lang ziemlich lebhaft unruhig war, obwohl seine Respirationsorgane kaum afficirt waren, während im gleichen Chlorversuche das Meerschweinchen (8) lange Zeit äusserst unruhig hin- und herlief und in jeder Weise eine starke Belästigung zu erkennen gab, ebenso das Chlormeerschweinchen (20) bei 0,31 ‰, blieb das Chlorkaninchen (10) bei 0,045 ‰ ganz ruhig, ein gleichzeitig verwendetes Meerschweinchen (11) zeigte nur mässige Reizsymptome und bei Chlorkaninchen (14) 0,043 ‰ fehlten die Reizsymptome ganz, ebenso bei Chlorkaninchen (19) bei 0,30 ‰. Ganz ähnlich verhält sich die Sache beim Brom, ich darf hier wohl auf die Protokolle verweisen.

Mehr als diese Reizsymptome interessirte mich von Anfang an der Zustand des Sensoriums. Binz hat bekanntlich in interessanten Arbeiten darauf aufmerksam gemacht, dass die Halogene[1]) ebenso wie das Ozon eine eigenthümliche Depressionswirkung auf das Grosshirn ausüben. Binz hat sich aber fast ganz mit Versuchen am Frosche begnügt und nur darauf hingewiesen, dass in den Erfahrungen am Menschen Analogien zu diesen Resultaten gegeben sind. (Zuweilen Hinstürzen von Menschen im Momente, in dem sie in einer chlorreichen Atmosphäre zu athmen beginnen, das Auftreten von Phantasmen einen

1) Narkotische Wirkung von Jod, Brom und Chlor. Arch. für experim. Pathologie Bd. 13 S. 139.

2) Berliner klin. Wochenschrift 1882 u. 1884.

Moment, nachdem an einer mit Chlor gefüllten Flasche kräftig gerochen worden war etc.)

Daneben beobachtete er allerdings an den 4 Warmblütern, die er mit Chlor vergiftete, Andeutungen von narkotischen Symptomen (z. B. Tod eines Kaninchens nach 2 Stunden unter angestrengtem Athmen mit zuückgebeugtem Kopf, ohne terminalen Krampf), doch legt er selbst in seinem Resumé keinen grossen Werth darauf, da einestheils die Froschversuche absolut beweisende Ergebnisse lieferten, und andererseits die reflectorischen Symptome der schmerzhaften Anätzung und die durch Respirationshindernisse entstehende Dyspnoe vollkommen genügend erschienen, um zu erklären, warum narkotische Symptome am Warmblüter schwer deutlich wahrzunehmen sind.

Ganz reine narkotische Wirkungen konnte ich selbstverständlich aus den gleichen Gründen auch nicht beobachten, doch glaube ich, dass die Erfahrungen an den Chlorthieren (10, 14, 19, 22, 25) und an den Bromthieren (9, 10, 14) vollkommen hinreichen, und den noch fehlenden Beweis für eine kräftige, narkotische Wirkung auch bei den Warmblütern zu führen. Wenn die Reizsymptome und die Dyspnoe nicht gar zu lebhaft waren (wie bei der Mehrzahl der Versuche an Kaninchen und Meerschweinchen) fehlte ein gewisses, somnolentes Aussehen und Benehmen der Thiere nur selten, ähnlich wie ich es bei Ammoniak und Salzsäure unter ähnlichen Verhältnissen beobachtet und beschrieben habe. Ich liess damals die Frage offen, ob dieser Zustand als ein Beweis einer narkotischen Wirkung geringer eingeathmeter HCl und NH_3 Dosen gedeutet werden könne — ich glaube die Frage jetzt entschieden in dem Sinne beantworten zu sollen, dass sich durch dieses Benehmen jedenfalls ein abnormer Zustand der Hirnfunctionen verräth: Ob wir aber dumpfen Kopfschmerz oder leichte Betäubung oder einen anderen verwandten Zustand vor uns haben, dürfte schwer zu entscheiden sein. Im allgemeinen bedingt beim Menschen der längere Aufenthalt in stark riechenden Räumen fast stets ein Gefühl von Kopfschmerz oder Eingenommenheit — wir dürfen ähnliches wohl auch für die Thiere annehmen.

Weit über diese leichten Depressionserscheinungen hinaus gehen aber die an den Thieren in den Halogenen beobachteten Symptome. Bei den Katzen zwar (Chlorkatze (9) und (13) bei 0,045 ‰, Chlorkatze (24) bei 0,4 ‰, Bromkatze (5) bei 0,023 ‰ und (11) bei 0,18 ‰) lässt sich darüber streiten, ob eine deutliche narkotische Wirkung beobachtet worden sei. Wenn ein Thier, das durch sein ganzes Benehmen gezeigt hat, dass es längere Zeit lebhafte Schmerzen litt, schliesslich etwas unsicher in seinen Bewegungen wird, sich einmal eine Zeit lang auf die Seite legt u. s. w., so wird man stets daran denken müssen, dass die schmerzenden Füsse (durch die Anätzung), die Ermüdung durch die lebhaften Bewegungen, ein Versuch die quälende Dyspnoe durch Einnehmen einer neuen Stellung zu lindern u. s w. an den beobachteten Symptomen ebenso betheiligt sein können, als directe, depressive Einflüsse auf das Grosshirn.

Anders ist es bei den Versuchen mit den Nagethieren. Den Versuch an Kaninchen (19) bei 0,32 ‰ halte ich z. B. für ganz überzeugend. Schon nach 15 Minuten beginnt das mässig dyspnoëtische, langsam athmende Thier sich auf den Hinterfüssen zu erheben, die Vorderfüsse an die Kastenwand anzustemmen, offenbar um sich die Respiration möglichst zu erleichtern, worauf auch der in den Nacken gezogene Kopf hinweist (Orthopnoe). Nun folgt ein vollkommenes Einnicken: Die Augen schliessen sich halb, und ohne dass die Vorderfüsse ihren Platz wesentlich verlassen, sinkt das Thier sehr langsam (in 30—60 Secunden) in sich zusammen, bis der Bauch den Boden berührt. Nachdem das Thier eine Weile in dieser unbequemen und auch für die Respiration jedenfalls wenig günstigen Stellung verharrt hat, tritt stärkere Dyspnoe ein, die zu einer vollständig cyclischen Wiederholung der ganzen Aufeinanderfolge von Symptomen führt. Man erhält den Eindruck, das Eindämmern könne nur eintreten, wenn die Respiration gut im Gange sei, die Erregung des Gehirns durch das alsbald dyspnoetisch werdende Blut störe das Thier aus seiner Betäubung auf und veranlasse es zu neuen ausgiebigen Respirationsbewegungen, denen alsbald neue Narkose folgt.

Ganz analog waren die Erscheinungen bei der Mehrzahl der oben citirten Kaninchen, namentlich bei Chlorkaninchen (14) und (25) und dem Bromkaninchen (14). Bei Bromkaninchen (14) kam es sogar zu mehrfachem (3 mal in 8 Minuten) auf den Rücken Fallen, zu längerem (15 Minuten) Verharren in Seitenlage mit Unfähigkeit sich aufzurichten, ohne dass zu dieser Zeit von irgend welchen schweren Schädigungen der Respiration, von nennenswerthen Verätzungen etc. die Rede hätte sein können. Es waren dies reine und unzweifelhafte Hirnsymptome, wie sie bei Vergiftungen mit Chloroform und anderen Narcotica nicht deutlicher sein können. Nie dauerte aber, und dies erscheint mir wichtig bei den Versuchen, die Hirnwirkung so lange an, dass man versucht gewesen wäre, in der Cerebralaffection die Todesursache oder nur eine kräftige Hilfsursache für den Tod zu suchen. In allen Protokollen heisst es, wenn die narkotischen Symptome, die meist 5—20 Minuten nach dem Verbringen in die Halogenatmosphäre begannen) eine Weile gedauert hatten (1/4 bis 1 Stunde): »Das Thier sitzt wieder in normaler Stellung«, meist mit dem Beisatze »die zunehmende Dyspnoe verdeckt die Cerebralwirkung.« Ich halte dies in der That mit Binz für die richtige Erklärung dafür, dass bei den Katzen fast stets bei den weniger empfindlichen Nagern häufig eine deutliche, narkotische Wirkung aus bleibt — die immerhin schwache, lähmende Wirkung auf das Gehirn kann durch starke, sensible Reize von der Haut oder den Schleimhäuten, namentlich des Respirationstractus aus übercompensirt werden.

Wirkung auf die Augen.

Bei den von mir angewendeten Dosen der Halogene kam es nie zu beträchtlichen Augenaffectionen, während das Allgemeinbefinden, der Zustand der Respirationsorgane etc. oft schon lebensgefährlich gestört erschien. Da und dort findet sich etwa von Dosen von 0,3 ‰ an in mehrstündigen Versuchen die Angabe in den Protokollen: Corneae leicht angeätzt, z. B. Chlorkatze (24), Chlorkaninchen (19), Chlormeerschweinchen (23, 26, 27). Brom

wirkte etwas energischer als Chlor, vgl. Bromkatze (11, 13), Bromkaninchen (9, 12, 14), Brommeerschweinchen (8, 10, 15).

Andeutung von Conjunctivitis fehlte selten, stark war sie nur bei der jungen Chlorkatze (3), die vor dem Versuche schon eine leichte, eitrige Conjunctivitis hatte, nachdem sie 5 Stunden bei 0,018 ‰ gewesen war. Ich muss es als auffallend bezeichnen, dass die Halogene, die so viel energischer auf die Respirationsorgane wirken als Ammoniak und Salzsäure, in ihrer Wirkung auf die Augen relativ so wenig intensiv sind. Eine Erklärung dafür fehlt mir vollkommen.

Von einer auffallenden Erweiterung der Pupille nach Einwirkung von Brom, von der die alten Autoren berichten, konnte ich nur etwas bemerken, wenn die Erstickungsgefahr einen hohen Grad erreichte.

Wirkung auf die äussere Haut.

Während Chlor in meinen Versuchen nie wesentlich auf die äussere Haut einwirkte, entfaltete Brom stets eine ausserordentlich energische Wirkung auf dieselbe, vor allem auf die Haare. Diese Beobachtungen sind nicht neu, sondern von allen früheren Experimentatoren gemacht, doch fehlen auch für dieses Symptom bisher quantitative Angaben über den zu seiner Erzeugung nöthigen Bromgehalt, auch ist mir nicht bekannt, dass die Erscheinung näher verfolgt worden wäre.

Die Haare waren etwa von einer Concentration von 0,12 ‰ Brom an erweicht, bei längerer Einwirkung in eine braune bis schwarzbraune Schmiere verwandelt, die an den Händen klebte, wenn man die Thiere anfasste. Bei jüngeren Kaninchen liessen sich öfters die obersten Schichten des Pelzes vollständig abreiben, so dass nur noch etwa das unterste Viertel der Haare als kurze, flaumige Bedeckung der Haut stehen blieb. Scheert man ein Thier vor Beginn der Bromversuche an einer Stelle, so werden die stehengebliebenen Haarreste nachher von Brom fast völlig aufgelöst und die Haut so enthaart.

Besonders charakteristisch ist die Wirkung des Broms auf die starken Barthaare von Katze und Kaninchen. Diese elastischen,

derben Haare fangen von ihrem oberen Ende an schlaff und weich zu werden, lassen sich abgeschnitten in jede beliebige Form bringen. Mikroskopisch erscheinen namentlich die äusseren Haarschichten gequollen und gelockert; das ganze Haar färbt sich jetzt rasch und intensiv mit Anilinfarben, während ein normales Haar dieselben nur langsam annimmt.

Die Frage, warum Chlor nicht ähnlich wie Brom die Haare angreift, während doch Chlor chemisch meist noch energischer wirkt als Brom, möchte ich vermuthungsweise dahin beantworten, dass Brom in viel reichlicherem Maasse als Chlor in Wasser absorbirbar ist und sich leichter an Oberflächen condensirt. Es kann sich demnach bei den Bromversuchen auf die feuchte Oberfläche der Thiere eine viel grössere Halogenmenge concentriren als bei den Chlorexperimenten, und die concentrirtere Lösung wird auch stärker wirken [1]. Daneben ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass auf Keratin gleichstarke Bromlösungen stärker wirken als entsprechende Chlorlösungen — doch ist mir hierüber nichts bekannt.

Wirkung auf die Schleimhäute von Nase und Mund, sowie auf die Speichelsecretion.

Es ist über diesen Punkt nicht viel besonders zu sagen. Eine charakteristische Veränderung an den Schleimhäuten von Mund und Nase war nie zu beobachten, namentlich fehlten die bei stärkeren Salzsäuredosen [2] regelmässig auftretenden, schweren, nekrotischen Veränderungen an Haut, Schleimhaut und Knorpeln der Nase stets, die Thiere gingen offenbar an den Trachealexsudaten und Lungenveränderungen zu Grunde, ehe bei den nie 1 ‰ erreichenden Dosen Zeit zu einer energischen Wirkung auf die Nasen- und Mundschleimhaut gegeben war.

---

1) Wie ich sehe, haben auch Fischer und Proskauer (Ueber die Desinfection mit Chlor und Brom. Mittheilungen aus dem kaiserl. Gesundheitsamt Bd. 2 S. 308) sich die stärker zerstörende Wirkung des Broms auf Kleider u. dgl. gegenüber dem Chlor in ähnlicher Weise zu erklären gesucht.

2) a. a. O. S. 46, 47.

Die Speichelsecretion war wie bei Ammoniak und Salzsäure bei den Katzen von den allerschwächsten Dosen an vorhanden, schon 0,001 – 0,0013 ‰ Chlor und Brom brachten nach einiger Einwirkung Speichelsecretion hervor, während bei diesen schwachen Dosen noch jedes andere Symptom fehlte. Bei der Chlorkatze (1) war die Speichelsecretion in auffallender Weise anhaltend (1 ½ Stunden lang) zähflüssig, es wurde kein vorhergehendes Stadium einer dünnflüssigen Secretion beobachtet, die Secretion begann sofort beim Betreten des Kastens, der nur 0,001 ‰ Chlor enthielt, bei der Bromkatze (1) dauerte es bei 0,0013 ‰ 4 Stunden, bis die Secretion begann, dieselbe dauerte aber dann die 3 weiteren Stunden, die das Thier noch im Kasten blieb, fort. Die Verschiedenheit dieser beiden Versuchsresultate liegt sicher an den Thieren und nicht an den verschiedenen Halogenen. Ganz analog den Beobachtungen bei NH_3 und HCl wurde auch bei den Halogenen bemerkt, dass die Speichelsecretion der Katzen meist mit der Production eines dünnflüssigen, schaumigen Secrets begann, worauf meist bald eine Periode einer Secretion eines zähen, fadenziehenden Speichels folgte. Die beiden Secretarten wechselten auch hier öfters, ab und zu traten auch in diesen Versuchen Pausen ohne Secretion ein. Nasenschleim wurde wenig abgesondert. — Bei den Kaninchen und Meerschweinchen war die Secretion überhaupt spärlich und unregelmässig, die Details sind in den Protokollen genügend angeführt.

Wirkung auf die Respiration und die Respirationsorgane.

Ich komme nun zu den wesentlichsten Factoren in dem Bilde der Erkrankung der Versuchsthiere durch Halogene. Es sind dies die schon bei auffallend niederen Dosen enorm schweren Erkrankungen von Trachea und Lunge und die dadurch bedingten Symptome von Athembeschwerden, die sich sehr leicht bis zu lebensgefährlichen Störungen steigern und bei etwas höheren Dosen mit Erstickung drohen.

Die Respiration der Thiere ist wie in den anderen ätzenden Gasen meist nach einer kurzen Aufregungsperiode verlangsamt,

manchmal auch von vornherein. Schon Concentrationen von 0,01 ‰ genügen, um sehr deutliche Verlangsamung und Erschwerung der Respiration hervorzubringen, Hand in Hand damit gehen anatomische Veränderungen an den Respirationsorganen. So zeigte die Bromkatze (2) nach 6½ stündigem Aufenthalt bei 0,014 ‰ bei ihrer 24 Stunden nach dem Versuche vorgenommenen Tödtung eine eitrig-schleimige Bronchitis und katarrhal-pneumonische Lungenherde neben deutlichem Randemphysem. Die Bromkatze (5) (7 Stunden bei 0,023 ‰) wies bei ihrer Tödtung (24 Stunden nach dem Versuch) starke, eitrig-schleimige Bronchitis, aber keine wesentlichen Lungenveränderungen auf, die gleichzeitig verwendeten, ebenfalls 24 Stunden nach dem Versuch getödteten Kaninchen (7) und Meerschweinchen (6) boten in ihren Lungen das so oft bei Ammoniak und HCl gesehene Bild der hämorrhagischen Entzündung grosser Lungenpartien, die Kaninchentrachea war injicirt, mit eitrigem Schleim bedeckt, die Meerschweinchentrachea war ziemlich normal, enthielt nur wenig Schleim.

Leider wurde es versäumt Thiere nach Einwirkung von Dosen von 0,01—0,03 ‰ Brom sofort zu tödten, ich bin überzeugt es hätte sich wie bei Chloreinwirkung ein deutliches Lungenödem gefunden.

Bei den Dosen von 0,010—0,066 ‰, die in verschiedenen Abstufungen bei den Chlorthieren zur Anwendung kamen, zeigten sich die eben beschriebenen pathologischen Veränderungen regelmässig und zwar meist sehr intensiv ausgebildet. Es entwickelte sich meist ein starkes Lungenödem, ausserdem fanden sich grössere und kleinere Hämorrhagien und hämorrhagische Entzündungen überall. Das Lungenödem war stärker und regelmässiger als bei den Versuchen mit Ammoniak und namentlich mit Salzsäure, doch war es auch bei diesen letzteren in manchen Versuchen gut ausgebildet (z. B. Ammoniakmeerschweinchen 47, Ammoniakkaninchen 38, Salzsäuremeerschweinchen 26, 27). Auffallend war oft die exquisite makroskopische Erfüllung der perivasculären Lymphräume um die grossen Lungengefässe; ich erkläre mir die Füllung durch Resorption der auf die Lungeninnenfläche ausgeschiedenen Flüssigkeit.

Das Lunengödem fasse ich wohl mit vollem Recht als ein entzündliches auf, nachdem Sahli[1]) in seiner instructiven Arbeit gezeigt hat, eine wie colossale Stauung im grossen Kreislauf nöthig ist, um ein Stauungsödem zu erzeugen, und für die Annahme einer solchen Stauung bei meinen Thieren eigentlich kein Grund vorliegt, während andererseits für ein entzündliches Oedem, das nach Sahli das häufigste ist, die Aetiologie so ausserordentlich nahe liegt.

Die durch diese oft recht schweren Lungenveränderungen hervorgebrachten respiratorischen Symptome waren bei Kaninchen und Meerschweinchen meist auffallend gering. Ausser einer mässigen Dyspnoe und etwas verlangsamter Respiration merkte man den Thieren oft wenig an, erst wenn man sie tödtete und secirte erhielt man einen Einblick in die vorhandenen Organveränderungen. Die Narkose durch das Chlor mag mitwirken, um die reflectorischen Respirationsstörungen durch Anätzung der Respirationsorgane weniger deutlich hervortreten zu lassen, aber es genügt dies nicht zur Erklärung, warum überhaupt Kaninchen und Meerschweinchen viel weniger Symptome nach tiefgehenden Lungenaffectionen bieten als Katzen und — Menschen. Die in den gleichen Versuchen verwendeten Katzen (3, 6, 9, 13, 16) litten entschieden mehr als die Nagethiere, obwohl die Lungenveränderungen bei ihnen kaum noch stärker waren als bei jenen.

Stiegen die angewendeten Halogen-Dosen noch höher, also etwa auf 0,1 ‰, so trat zu den beschriebenen anatomischen Veränderungen noch eine weitere hinzu — es bildete sich bald stärker bald schwächer eine derbe, gelblich gefärbte typische Croupmembran aus, die in einer Anzahl von Fällen zusammenhängend vom Larynx bis in die feineren Bronchien reichte. Die schwächste Dosis, bei der Andeutungen von fibrinösen Ablagerungen beobachtet wurden, war 0,066 ‰; es zeigte sich hier bei der Chlorkatze (16) und dem Chlormeerschweinchen (18) ein deutlicher Anfang von Membranbildung: Da und dort fanden sich streckenweise in der Trachea bei der Katze deutlich fibrinöse, beim Kaninchen gallertige

1) Sahli, Zur Pathologie und Therapie des Lungenödems. Archiv für experiment. Pathologie Bd 19 S. 433.

Ablagerungen. Aehnlich unvollkommen waren die Croupmembranen des Bromkaninchens (12), das 6½ Stunden bei 0,18 ‰ geweilt hatte.

Bei den Dosen über 0,3 ‰ bildete sich bei allen Thieren eine Membran deutlich aus, wenn der Aufenthalt über eine Stunde gedauert hatte, die stärksten von mir angewendeten Dosen bis 0,8 ‰ unterschieden sich in ihrer Wirkung nicht wesentlich von den zuletzt besprochenen, nur traten die Lungenveränderungen rascher ein, die Erstickungsgefahr war schon nach ½ Stunde vorhanden und eine Stunde genügte, um kräftige Thiere zu tödten.

So starb die Chlorkatze (24) und das Chlormeerschweinchen (26) in 65 Minuten bei einem Gehalt, der von 0,28—0,63 ‰ anstieg, die Chlormeerschweinchen (20) und (23) erstickten schon nach 3 Stunden 10 Minuten, resp. 65 Minuten bei Dosen von 0,33 und 0,32 ‰, auch bei den stärksten Dosen 0,81 ‰ (Meerschweinchen [27]) trat der Tod in ungefähr 1 Stunde ein nach heftigster Dyspnoe. Ganz ähnlich verhalten sich die Thiere im Bromdampf, auch hier genügen Dosen von 0,18 ‰ an, um die Thiere in einigen Stunden zu tödten (z. B. Bromkaninchen (12) in 6½ Stunden bei 0,18 ‰).

Auch die Thiere, welche nicht im Käfig starben, waren nach mehrstündiger Einwirkung von Dosen über 0,05—0,10 ‰ schwer afficirt, boten einen solch mitleiderweckenden Anblick, dass ich nicht umhin konnte, die Thiere fast stets nach dem Versuche zu tödten. Nur Chlorkaninchen (17) (3½ Stunden bei 0,066 ‰) und Bromkaninchen (9) (2½ Stunden bei 0,12 ‰), die relativ wenig gelitten hatten — bei denen offenbar die Croupmembranen gar nicht oder nur sehr spärlich entwickelt war — liess ich 4 resp. 5 Tage am Leben. Beide zeigten dann getödtet Tracheïtis suppurativa, Residuen mässiger Lungenerkrankungen und wären wohl beide davon gekommen, wenn nicht das Bromkaninchen daneben noch bedenkliche Magenveränderungen gezeigt hätte. Chlorkaninchen (25), das nur 65 Minuten bei 0,28—0,65 ‰ verweilt hatte, starb 2 mal 24 Stunden nach dem Versuch an seinen Lungenveränderungen.

In einem auffallenden Gegensatz zu den Versuchen mit Ammoniak und Salzsäure, in denen die Trachealgefässe stets überfüllt und sehr zahlreiche Schleimhautecchymosen fast regelmässig beobachtet wurden, stand die blasse Färbung der Trachealschleimhaut in den Halogenversuchen. Eine Erklärung hierfür zu geben bin ich nicht im Stande.

Wirkung auf Magen und Darmkanal.

Sowohl bei den Versuchen mit Chlor wie bei denen mit Brom zeigten die Katzen häufig Erbrechen, öfters sogar zu wiederholten Malen. Es genügten dazu schon Dosen von 0,018 ‰ an. Ich kann dieses Symptom nur auf cerebrale Ursachen zurückführen, die Uebligkeit, die den Menschen nach längerem Verweilen in Chlor- und Bromatmosphären befällt, steigert sich hier im Thierversuch bis zum Erbrechen. — An den Nagern, die bekanntlich nicht brechen können, fehlten natürlich ähnliche Symptome.

Höchst merkwürdig war folgendes durch die Sectionen erhaltenes Ergebnis: Während bei den Chlorthieren im Magen und Darm nie eine Hämorrhagie oder sonst eine pathologisch-anatomische Affection gefunden wurde, fehlten solche bei den Bromthieren nur selten, sowie stärkere Dosen angewendet werden. Bei den Bromversuchen, die zeitlich auf die Versuchsreihe mit Chlor folgten, wurde allerdings noch sorgfältiger auf die Magenveränderungen geachtet, aber doch auch schon bei den Chlorversuchen der Sache Aufmerksamkeit geschenkt, da die früheren Versuche bei Salzsäure sehr häufig, bei Ammoniak nie Magenveränderungen ergeben hatten. Eine Erklärung für diese Hämorrhagien fehlt mir nun gänzlich, auch die verschiedenen in meiner ersten Gasarbeit (S. 57 und 58) citirten Versuche, die beobachteten Thatsachen zu erklären, befriedigen mich nicht mehr. Es mag ja leicht sein, dass sowohl in den Ammoniak- wie in den Chlorversuchen einzelne Hämorrhagien übersehen worden sind — das steht aber fest, dass sie unter allen Umständen ausserordentlich viel seltener bei diesen Gasen, als bei Salzsäure und Bromdampf sind und dass keine der bisher aufgestellten Theorien zu ihrer

Erklärung genügt. Ich bin begierig, wie sich weitere ätzende Gase in dieser Richtung verhalten werden und jetzt vorläufig nicht abgeneigt, die Möglichkeit, dass die im Speichel absorbirten Gase in ihrer wässerigen Lösung verschluckt direct ätzend auf die Magenschleimhaut wirken, für eine wahrscheinliche Erklärung zu halten.

Von einer Bromdiarrhöe wie sie Höring, Heiemdringer u. s. w. (a. a. O.) beschrieben, habe ich nichts deutliches bemerkt, meine Katzen producirten wohl ab und zu dünne Stühle, doch schrieb ich dieselben — vielleicht mit Unrecht — nicht auf die Wirkung des Broms. Auffallende Darmveränderungen wurden bei den Sectionen nicht beobachtet.

7. Résumé über die Beobachtungen, Theorie der Chlor- und Bromwirkung.

Kurz zusammengefasst besteht also die Wirkung der Halogene in einer cerebralen, die wir mit Binz wohl eine narkotische nennen dürfen und einer local ätzenden. Die Hirnwirkung ist um so deutlicher, je widerstandsfähiger oder unempfindlicher die Thiere gegen die locale, ätzende Wirkung der Halogene sind, also deutlicher bei den Nagethieren als bei den Katzen. Gefährlich wurde diese Hirnwirkung bei meinen Thieren nie — die Gefahren für das Leben bestanden vielmehr in den localen Störungen, die die Halogendosen von 0,01 ‰, d. h. 10 Milliontel, an den Respirationsorganen hervorbrachten. Genügten diese Dosen schon, um durch hämorrhagische Entzündung, Oedem und Emphysem das Lungengewebe zu schädigen und Störungen hervorzubringen, die wir am Menschen mit Entschiedenheit als sehr bedenklich und gänzlich unzulässig bezeichnen müssen, so trat von Dosen von 0,1 ‰ = 100 Milliontel an eine wirkliche Lebensgefährdung durch die Ausbildung von ächten Croupmembranen ein, an denen die Thiere entweder beinahe oder in der That erstickten.

Die am Menschen oft beobachteten Erscheinungen von deutlichen Lungenblutungen fehlten bei meinen Thieren stets, nie wurde Blut ausgeworfen — entweder weil von Auswurf überhaupt bei Thieren nicht so recht die Rede sein kann — oder wahr-

scheinlicher, weil die ergossenen Blutungen nie so beträchtlich waren, als dass sie nicht im Lungengewebe leicht und ohne Störung hätten abgelagert bleiben können. Glottisödem, das ich bei NH_3 und HCl öfters beobachtete, fehlte stets.

Auf das Verhalten des Herzens konnte in meinen Versuchen wenig geachtet werden, doch fehlte jeder Anhaltspunkt dafür, dass dasselbe in wichtigem Maasse afficirt war, zur Erklärung des Todes war es vollends nie nöthig, auf Störungen der Herzthätigkeit zu recurriren.

Die Erscheinungen von Seite der Augen, der Mund- und Nasenschleimhaut waren unbedeutend, wichtig und interessant der starke Einfluss des Broms auf die Haare und die Magenschleimhaut, doch sind diese Affectionen jedenfalls nur für die Nachkrankheiten und vielleicht bei chronischer Einwirkung schwacher Halogendosen von Bedeutung. Die Nieren, die Leber und andere Abdominalorgane zeigten bei den Sectionen nie einen auffallenden Befund.

Ziemlich aussichtslos scheinen mir vorläufig die Speculationen darüber, in welcher Form die Halogene zu den Geweben gelangen und ihre Wirkung entfalten. Unzweifelhaft wird ein Theil der Halogene an den feuchten Schleimhautflächen in Halogenwasserstoff übergehen, ebenso unzweifelhaft ist aber die Halogenwirkung von der Halogenwasserstoffwirkung, namentlich durch die viel stärkere, cerebrale Wirkung der ersteren verschieden, wenn man so weit geht, den Halogenwasserstoffen überhaupt eine cerebrale Wirkung zuzusprechen.

Vollends verfehlt erscheint der Versuch von Eulenberg[1]) einzelne der gefundenen Lungenveränderungen dem Halogen als solchem, andere dem daraus gebildeten Halogenwasserstoff zuzuschreiben. Die Lungenveränderung nach der Einwirkung von Halogenen und Halogenwasserstoffen ebensowohl als von Ammoniak sind im wesentlichen die gleichen, und Behauptungen wie »Diese Verdichtung (in den Lungen) kann nur von der entstandenen Salzsäure herrühren, während die flüssigen Exsudate eher der

1) Handbuch der Gewerbekrankheiten S. 42.

reizenden Einwirkung des freien Chlors angehören« entbehren vollkommen einer logischen Begründung. Wenn ich auch gerne zugebe — ich habe es ja selbst oben hervorgehoben — dass die ödematöse Durchtränkung der Lunge nach Inhalation von Chlor viel stärker ist als nach der einer analogen Menge Salzsäure, so fehlt doch jeder Anhaltspunkt dafür, die »Verdichtungen« auf Rechnung der gebildeten Salzsäure zu schieben. Ich werde demnächst bei Publicirung einer grossen Versuchsreihe mit Schwefelwasserstoff zu zeigen Gelegenheit haben, zu was für erbaulichen Annahmen eine solche Speculation bei mit Phantasie begabten Forschern führt.

8. Anwendung der Resultate der Thierversuche auf den Menschen. Versuche am Menschen. Schutzvorrichtungen.

Aus den beschriebenen Thierversuchen folgt, dass Dosen von 0,001 ‰ = 1 Milliontel zwar noch unschädlich sind, aber doch schon etwas weniges reizen, dass aber Concentrationen von über 0,01 ‰ = 10 Milliontel schon schwere Lungenaffectionen, Blutungen, Katarrhalpneumonien etc. neben eitriger Tracheïtis hervorzubringen im Stande sind, und deshalb absolut unzulässig in Fabriken sind.

Um diese Schlüsse am Menschen zu prüfen, machte ich ein ähnliches Experiment wie mit NH_3 und HCl. In dem kleinen Versuchskämmerchen goss meine Versuchsperson, ein kräftiger Mann von 48 Jahren, bedeutende Mengen frisch bereitetes Chlorwasser auf den Boden aus und besprengte auch die Wände damit. Da bei der minimalen Menge Chlor in der Luft ein Resultat unsicher schien, wenn man sich begnügt hätte 8—10 l Luft durch eine Jodkalibirne zu saugen, so liess ich ähnlich wie bei der Pettenkofer'schen Kohlensäurebestimmung eine grosse Glasflasche (hier von 22 l) mit der Chlorluft füllen, gab nachher JK-Lösung hinein und titrirte dieselbe. Ich fand 0,08 ccm Chlorgas, also einen Gehalt von 0,0037 ‰. Bei dieser Concentration, die sich der abgehärtete und durchaus nicht empfindliche Mann nicht weiter zu verstärken getraute, verweilte er 15 Minuten. Er klagte nachher über Stechen auf der Brust und hustete ziemlich viel. Der Versuch war am Vormittag angestellt, noch den ganzen

Nachmittag war nach seinen Angaben die Respiration etwas erschwert, er klagte über leichtes Stechen auf der linken Seite, weiterer Husten fehlte. Ueber Reizsymptome von Seiten der Augen und Nase beklagte sich meine Versuchsperson nicht, ich dagegen, der ich mich nur 2 mal eine bis zwei Minuten zur Controle in dem Raum aufhielt, empfand namentlich Reizerscheinungen von Seite der Nase und Augen (ich habe ziemlich starke Disposition zu Nasenkatarrhen) und hätte mich nicht getraut, längere Zeit hier zu verweilen.

Ein ähnliches Resultat ergab eine Chlorbestimmung, die ich in der Papierfabrik Dachau durch die Güte des Herrn Directors Weinmann auszuführen Gelegenheit hatte. Es wurde mir dabei auch so recht klar, warum solche Bestimmungen bisher in der Literatur kaum zu finden sind, denn selbst wenn man die Erlaubnis zur Untersuchung von Seite der Fabrik glücklich erlangt hat, kostet eine einzige Bestimmung mit Vorbereitung, Reise u. s. w. wenigstens einen ganzen Tag und dabei ist vorausgesetzt, dass alles ohne Zwischenfall nach Wunsch geht und eine Assistenz vorhanden ist.

In dem relativ kleinen Saale der Papierfabrik, wo ich meine Bestimmung machte, standen 4 Bleichholländer, von denen wie gewöhnlich auch heute nur 2 in Thätigkeit waren. Die mit einer Chlorkalklösung versetzte Papiermasse verbreitete einen mässigen Chlorgeruch, der von Zeit zu Zeit zu einer recht belästigenden Höhe anstieg, wenn der bei den beiden Holländern beschäftigte einzige Arbeiter bald zu der einen, bald zu der anderen Masse etwas Salzsäure zugoss. Ich machte 2 Parallelbestimmungen an einer Stelle, wo die über die Holländer wegstreichende, den Saal ventilirende Zugluft der Nase den stärksten Chlorgehalt verrieth und zwar mit Hilfe von Aspiratoren, die durch JK-Birnen die Luft in ziemlich raschem Strome saugten. Es gelang so, in 2 Stunden je 31 l Luft zu untersuchen. Leider gibt die erhaltene Zahl 0,0018 ‰ = 1,8 Milliontel nur den Durchschnittswerth des Chlorgehalts im Verlaufe des Versuches an, nach dem subjectiven Eindruck wechselte der Gehalt etwa von 0,001—0,004 ‰ = 1—4 Milliontel. Die stärksten Concentrationen wurden schon

in der kursen Zeit, während der ich sie einathmen musste, recht unangenehm empfunden, namentlich Brennen von Augen und Nase etwas Thränen und Nasenschleimsecretion nebst Niessen traten jedesmal sofort ein, wenn wieder Säure zugezogen wurde. In den Zeiten, wo die Luft besonders geringen Chlorgehalt zeigte, war man dagegen kaum von demselben belästigt. Der Arbeiter, der schon mehrere Monate bei den Bleichholländern beschäftigt war, trat während der Perioden stärkster Chlorentwickelung auf die Schwelle der stets offenen Thüre und schützte sich so vor der Hauptmenge des Gases. Er erzählte mir, dass er die ersten Tage seiner Installirung in diesem Raume heftige Katarrhe sämmtlicher Respirationsschleimhäute durchgemacht habe, dass er sich aber allmählich ziemlich gut an die Chlorwirkung gewöhnt habe. Er bot in der That durchaus das Bild eines gesunden Mannes, sein Verlassen des Raumes bei einer Concentration, die ich (und ein mir assistirender mitgebrachter Diener) noch ohne Mühe, wenn auch nicht ohne Belästigung, aushielten, bewies mir aber, dass es mit der sogenannten Gewöhnung noch nicht allzuweit gediehen sei. Vielleicht bestand ein Theil der »Gewöhnung« darin, dass er sein Amt im Winter angetreten hatte und dass jetzt im Sommer leichter gründlich zu lüften war, ohne dabei zu frieren und ferner darin, dass er lernte die Chlorentwickelung so zu leiten, dass sie seine Person wenig belästigte. Doch wäre es offenbar falsch, eine Gewöhnung als unmöglich hinzustellen — berichten doch zahlreiche Autoren von solchen Erfahrungen.

Ich möchte nach dem Gesagten Dosen von 0,001—0,002‰ (1—2 Milliontel) für unbedenklich und noch wenig lästig bezeichnen, 0,003—0,004 ‰ (3—4 Milliontel) sind schon recht lästig und wohl nicht unbedenklich für die Dauer, 0,005 ‰ dürfte vielleicht als Maximaldosis auch bei kürzerem Aufenthalt gelten Höhere Dosen sind schon bei wenigstündigem Aufenthalt entschieden schädlich; für Brom gilt wohl das Gleiche.

Leider fehlt mir weiteres Erfahrungsmaterial am Menschen.

Ueber Schutzvorrichtungen gegen lästige Gase habe ich seit meiner Publication über NH_3 und HCl nur wenig neues erfahren, verschiedene competente Beurtheiler haben sich zu meiner Freude

öffentlich und privatim günstig über meinen Vorschlag der Pitzner'schen Schutzmaske geäussert; ob schon weitere Versuche damit in der Praxis angestellt sind, weiss ich nicht.

Jedenfalls wäre es den Papierfabriken, die mit so grossen Dampf- oder Wasserkräften arbeiten, ein leichtes, so viel Kraft zu erübrigen, als zur Durchführung einer gründlichen Ventilation der betreffenden Räume nothwendig ist, ohne dass ihnen daraus wesentliche Kosten erwüchsen.

Ueber das Vorbinden von in Alkohol getränkten Schwämmen, wie es in der Literatur als Schutzvorrichtung gegen Chlorwirkung empfohlen ist, fehlt mir jede Erfahrung. Mit Anilin getränkte Schwämme vorzubinden, würde man jetzt wohl nicht mehr rathen, nachdem die Giftigkeit der Anilindämpfe bekannt ist.

Ein paar Worte möchte ich hier über den Wolff'schen Freiluftathmer sagen, über den ich mir kürzlich ein Urtheil zu bilden Gelegenheit hatte. In einer hiesigen Lackküche, einem engen, geschlossenen und während der Arbeit von höchst reizenden Dämpfen erfüllten Raum, hat sich die Anbringung eines solchen aus Berlin bezogenen Freiluftathmers recht gut bewährt. Der Apparat war, als ich den betreffenden Arbeiter zu sprechen Gelegenheit hatte, seit ca. 4 Wochen je 2mal die Woche auf 2 bis 3 Stunden in Thätigkeit gewesen. Der Arbeiter hatte ursprünglich das in die Nase zu steckende Zinnrohr unbequem gefunden, sich aber dann, nach einer leichten Zurechtbiegung desselben, mit dem ganzen Apparat sehr befreundet. Der leichte, weite Schlauch aus Pergamentpapier erwies sich als sehr wenig die freie Bewegung belästigend, das Ventil spielte gut — kurz der Arbeiter erklärte den einfachen Apparat, der ihn ausreichend mit frischer Luft versorgte und ihn gänzlich vor den schädlichen Gasen schützte, nicht mehr entbehren zu wollen. Ich bin überzeugt, dass der Apparat auch für andere ähnliche Zwecke anwendbar ist, ob das Pergamentpapier allerdings Chlor zu widerstehen vermöchte, müsste sich erst zeigen, vielleicht liesse es sich aber auch durch ein Tränken mit Paraffin widerstandsfähiger machen. Ein grösserer Mangel des Apparats für viele Fälle ist, dass er eine besondere, eng anliegende Schutzbrille für die Augen erfordert, wenn die

betreffenden Gase die Augen reizen. Leider erhitzen bekanntlich solche Brillen nicht nur die Augen in unangenehmer Weise, sondern sie beschlagen sich auch und werden undurchsichtig, wenn im Raume keine hohe Temperatur herrscht, wie dies allerdings in einer Lackküche der Fall ist. Für solche Fälle dürfte die Pitzner'sche Maske entschieden mehr leisten.

9. Ueber die Desinfection lebender Menschen mit Chlor und Brom.

Wenn noch ein Zweifel bei verständigem Beurtheilen darüber bestehen könnte, dass die ganze Desinfection lebender Menschen durch Halogene eine lästige, bei ungeschickter Handhabung gefährliche und dabei total nutzlose Vermehrung der Unannehmlichkeiten zu Epidemiezeiten darstellt — so würden meine Versuche genügen, es zu beweisen, ohne dass ich selbst Desinfectionsversuche angestellt habe.

Wir verdanken Fischer und Proskaer (a. a. O.) eine sehr eingehende, mühsame Arbeit über die Desinfection mit Chlor und Brom, deren Inhalt, so weit er uns hier interessirt, etwa dahin zusammengefasst werden kann: Unter den günstigsten Bedingungen (die Pilze sind unbedeckt in dünner Schicht ausgebreitet, die Luft ist mit Feuchtigkeit gesättigt, die zu desinficirenden Objecte befinden sich in einer Glasflasche) ist die Einwirkung von

3 ‰ Chlor resp. 2,1 ‰ Brom 3 Stunden lang, oder
0,4 ‰ Chlor resp. 0,3 ‰ Brom 24 Stunden lang

nothwendig, um eine sichere Desinfectionswirkung bei den widerstandsfähigen Mikroorganismen, resp. deren Dauerform, zu erlangen. Ich will zugeben, dass es anginge, eine dreistündige Exposition der zu desinficirenden Kranken durchzusehen — was würde aus den Patienten bei den zur Pilztödtung nöthigen 3 ‰ Chlor? 0,8 ‰ Chlor tödtet Thiere in etwa einer Stunde! Damit ist alles gesagt.

Aber könnte man einwenden, wir desinficiren ja den Menschen in ganz anderer Weise! Wir bringen ihn, während er seinen Athem anhält, für ½ Minute in eine starke Chloratmosphäre, die vielleicht ein paar Procent Chlor enthält. Nun widerstehen aber eine Anzahl pathogener Bacterien noch der einstündigen Ein-

wirkung von 1—4% Chlor. Die Versuche von Fischer und Proskauer haben ausserdem zur Genüge gezeigt, ein wie wirksamer Schutz für die Bacterien ein Einhüllen in Kleiderstoffe ist, wie sollte eine so kurze Zeit genügen, um hinreichende Chlormengen in die tieferen Kleiderschichten, in die pilzhaltige, beschmutzte Leibwäsche eindringen zu lassen! Und — last not least — wie desinficiren wir, angenommen die pathogenen Pilze seien im Darme enthalten, diejenigen, die noch nicht in die Kleider entleert sind, sondern noch im Darme leben, bereit, sofort nach Beendigung der Räucherung wieder in die angeblich desinficirte Wäsche auszuwandern? Was wird gar aus den im Blute und den Organen angesiedelten?

Wir sehen, von allen Gesichtspunkten aus erscheint ein Desinficiren des lebenden Menschen mit Halogenen als aussichtslos — und wir können es als grossen Fortschritt begrüssen, dass die Idee dieser Möglichkeit nun vollkommen verlassen ist.

Ueber den Gehalt der Milch an Eisen[1]).

Von

Dr. M. A. Mendes de Leon,

Privatdozent für Gynäkologie und Geburtshilfe.

(Aus dem hygienischen Institute der Universität von Amsterdam.)

Das Eisen ist bekanntlich sowohl ein Bestandtheil des Blutes, als auch der übrigen Organe des thierischen oder menschlichen Körpers. Ebenso kommt es in verhältnismässig nicht unansehnlicher Menge in den verschiedensten Nahrungsmitteln vor, die der Mensch geniesst[2]). In der Milch aber, die von der Natur gewissermaassen geradezu als Nahrung angewiesen ist, findet man nur Spuren davon.

Man hat sich nun und im Allgemeinen mit Recht, stets vorgestellt, dass die so geringen Mengen von Eisen, die in der Milch vom Säuglinge aufgenommen werden, hinreichen, um den Bestand des Körpers an Eisen in dem wachsenden Kinde zu erhalten, oder speciell die Zunahme des Eisengehaltes in ihm zu bewirken. Schon im Jahre 1813 war Schwarz[3]) dieser Meinung. In seiner Dissertation, die er unter Leitung von Pfaff in Kiel bearbeitete, versucht er nämlich den Beweis zu liefern, dass die in der Frauen- und Kuhmilch enthaltenen Stoffe zur Erhaltung und Neubildung von Blut und Knochengewebe in genügendem Maasse dienen;

---

1) Mitgetheilt in der Sitzung des Genootschap tot bevordering der Natuur-, Genees- en Heelkunde te Amsterdam am 21. April 1886. S. a. Nederl. Tijdschr. voor Geneeskunde. 1886 S. 297.

2) Vgl. namentlich Boussingault, Comptes rendus de l'Acad. des Scienc. t. 74 p. 1353.

3) Dissert. inaug. sistens nova experimenta circa lactis principia constitutiva ad cruoris formationem et ossificationem potissimum facientia.

speciell kommt Eisen in der Milch vor: »ferrum lacti inest«, und obwohl in geringer Menge, so doch genug zur Neubildung des Blutes: »quantitas ferri quidem exigua est, sed plene sufficere potest ad illud ferrum largiendum, quod in incremento infantis ad formandum cruorem requiritur.«

Allerdings war damals der Eisengehalt des Blutes nicht sicher bekannt und waren die dafür angegebenen Zahlen sehr schwankend. So hatte Rhades[1]) als Verhältnis der Eisenmenge zu der gesammten Blutmasse im menschlichen Körper die Zahlen 1 ÷ 427 berechnet, während Manghini[1]) dies Verhältnis wie 1 ÷ 110 angab. Ungeachtet dieser Unbekanntheit mit der Menge von »Blutroth« ist aber sicher genug Eisen in der Milch zur Deckung des Eisenbedürfnisses; denn bei Chlorotischen, sagt Schwarz, kann man mit Eisen haltenden Wässern, die kaum 1 Gran Eisen im Pfunde enthalten, das fehlende Eisen sehr gut ersetzen, und ebenso wird alles Eisen, das das Kind mit der Muttermilch zu sich nimmt, völlig aufgenommen, bleibt im Blute und wird nicht wieder ausgeschieden: »Si perpendemus ferrum in incremento infantis ad formationem partium solidarum inprimis ossium non impendi, nec ex corpore excerni, hinc totum in sanguine remanere et in illo sic sensim accumulari, in lacte quod infans sugit certe satis magna ferri copia adest ad augendum cruorem«.

Indessen geben die Untersuchungen von H. v. Hösslin über den Einfluss von eisenarmer Nahrung auf den Thierkörper[2]) Veranlassung, eine solche Meinung einigermaassen zu ändern oder wenigstens an erneuten Versuchen zu erproben.

Aus diesen Untersuchungen scheint nämlich hervorzugehen, dass ein im Wachsthum begriffener Thierkörper, um völlig normal zu bleiben, mehr Eisen bedarf, als bei einer ausschliesslichen Fütterung mit Milch etwa aufgenommen werden dürfte. Jungen, noch wachsenden Hunden wurde reichlich Futter gegeben, dessen Eisengehalt so viel als möglich verringert worden war. Nach einigen Wochen war wohl das Körpergewicht der Versuchsthiere,

1) Citirt von Schwarz a. a. O.
2) Zeitschrift für Biologie Bd. 18 S. 612.

vor allem deren Fettgewebe, stark vermehrt, aber das Hämoglobin hatte mit dieser Vermehrung nicht gleichen Schritt gehalten. Eine Reihe von Venäsectionen an den Versuchsthieren gestattete, die relative Verminderung des Blutfarbstoffes Schritt für Schritt nachzuweisen. Die geringen Eisenmengen, die im Tage noch aufgenommen wurden, waren daher wohl im Stande, in Verbindung mit den übrigen Nahrungsstoffen das Material für das Wachsthum der verschiedenen Gewebe zu liefern, aber sie reichten nicht zu einer solchen Neubildung von Hämoglobin, wie sie bei einem grösseren Eisengehalte des gleichen Futters hätte erwartet werden können.

Nun ist es bekannt, und auch H. v. Hösslin macht darauf aufmerksam, dass gesunde Säuglinge in den ersten Lebensmonaten ansehnlich an Gewicht zunehmen, wobei auch deren Unterhaut-Fettgewebe sich reichlich entwickelt, dass sie aber gleichzeitig nicht so gar selten jenes eigenartig anämische Aussehen annehmen, das jedem Arzt aus Erfahrung bekannt ist. Hiermit in Uebereinstimmung sind auch die Ergebnisse der Hämoglobin-Bestimmungen im Blute von jungen Thieren, die durch Subbotin und Forster[1]) und nach ihnen besonders durch Leichtenstern ausgeführt sind, Ergebnisse, welche der eben erwähnten Auffassung über die bleiche durchscheinende Haut der Säuglinge eine objective Grundlage verschaffen. Bleibt die genannte Anämie innerhalb gewisser Grenzen, dann braucht man sich darüber nicht zu beunruhigen. Aber in anderen Fällen, wo sie sich stärker ausprägt, ist es wichtig ihr entgegenzutreten, und werden unter diesen Verhältnissen nicht selten der stillenden Mutter eisenhaltende Arzneimittel verabreicht. Man kann hiervon auch thatsächlich in zwei Richtungen einen günstigen Erfolg erwarten. Zunächst könnte man denken, dass ein Theil von dem gereichten Eisen nach der Resorption im Darme der Mutter in deren Milch überginge und so dem Kinde zu Gute käme. Und ferner besteht die Möglichkeit, dass der allgemeine Zustand der Mutter verbessert würde und eine Wirkung auf das Kind erst indirect zu Stande käme. Für

1) Zeitschrift für Biologie 1871 Bd. 7 S. 185.

die Praxis ist es nicht gleichgültig, von welcher Anschauungsweise man ausgeht, da im ersten Falle der Gebrauch von Eisen stets, im zweiten Falle allein bei Chlorose der Mutter angezeigt wäre.

Durch die Untersuchungen von Hösslin's wurde es im hohen Grade wahrscheinlich, dass die erste Auffassung begründeter wäre. Denn wenn Eisenarmuth in der Nahrung bei dem wachsenden Thierkörper Anämie bewirkt, und da man ferner weiss, dass Milch nur Spuren von Eisen enthält, so liegt es auf der Hand, diesem Umstande die Anämie der Säuglinge zuzuschreiben. Ist dies wirklich so, dann würde damit sogleich auch die causale Indication gegeben sein: Vermehrung der Eisenmenge in der Nahrung des Kindes durch fortdauernde Darreichung von Eisenpräparaten an die Mutter, wodurch die von ihr producirte Milch einen grösseren Gehalt an Eisen, nach Bunge in organischer Verbindung [1]), annehmen müsste.

Auf Grund solcher Betrachtungen schlug Prof. Forster mir vor:

1. Genau festzustellen, ob die an sich bereits so geringen Mengen von Eisen in der Frauenmilch unter normalen Verhältnissen Schwankungen zeigen, in dem Sinne, dass einmal mehr, dann wieder nur Spuren von Eisen in der Milch entleert werden.
2. Den Eisengehalt der Milch und zwar besonders der beiden Milchsorten, welche zumeist zur Ernährung der Säuglinge gebraucht werden, mit einander zu vergleichen.
3. Wenn möglich einen Beitrag zu liefern zur Lösung der Frage, ob man im Stande ist, durch Darreichung von Eisenpräparaten an die stillende Mutter den Eisengehalt ihrer Milch zu erhöhen.

Mit der Analyse der Milch, sowohl der Frau als der verschiedensten Thiersorten, haben sich bekanntlich bereits seit einem Jahrhundert eine Reihe von hervorragenden Gelehrten beschäftigt

1) Zeitschrift für physiolog. Chemie 1885 Bd. 9 S. 49.

(eine der ersten und besten Untersuchungen auf diesem Gebiete ist im Jahre 1790 von Parmentier und Deyeux ausgeführt und durch die Société Royale de Médicine ausgegeben worden). Bei dem Durchsehen der Literatur aber hat sich gezeigt, dass relativ wenige Autoren bei ihren Untersuchungen gerade das Eisen besonders beachtet haben; meistens wird nur nebenbei mitgetheilt, dass Spuren davon in der Milchasche vorkommen. Eine Untersuchungsreihe, die sich speciell oder ausschliesslich auf den Eisengehalt der Milch beschränkt, habe ich nirgends finden können.

So viel ich ersehen konnte, kommt zwei niederländischen Gelehrten, Abraham van Stipriaan Luiscius und Nicolaas Bondt, die Ehre zu, zuerst die Thatsache constatirt zu haben[1]), dass die Asche der Frauenmilch wie der Milch von verschiedenen Thiersorten Eisen enthält. In einer von ihnen ausgeführten Arbeit, welche durch die Société Royale de Médicine in der Sitzung vom 23. Februar 1790 mit Gold bekrönt wurde, finden wir nämlich bei den Bestimmungen der anorganischen Bestandtheile der Milch folgendes angegeben: 30 Unzen Kuhmilch wurden eingedampft und langsam verbrannt. »Carbo in aperto crucibulo igni expositus flammam concepit et post bihorium abiit in grumos cinereos, ponderantes drachm. 4 gran. 46. Unde magnes particulas ferri extraxit«. Von Frauenmilch — 4 Wochen post partum — wurden 30 Unzen eingedampft und verkohlt und die Kohle 2 Stunden lang geglüht, worauf grauschwarze Stückchen von einem Gesammtgewichte von 2 Drachmen und 26 Gran übrig blieben. »Ex his frustulis in pulverem tritis, magnes particulas martiales extraxit.« Auch in der Asche von Ziegen-, Eselinnen- und Stutenmilch wurde die Gegenwart von Eisen, auf gleiche Weise, mit Hilfe des Magneten, dargethan.

Einige Zeit nach der Veröffentlichung dieser Untersuchungen fand Berzelius in 1000 Theilen Kuhmilch: calx phosphorica

1) Dissertatio qua respondetur ad questionem propositam a Societate Redia medica qua exigit: »Ut determinetur per examen comparatum, pro prietatum physicarum et chemicarum natura lactis muliebris, vaccini, caprilli, asini, ovilli et equini.

et vestigio ferri 0,3 (?). Ich habe das Original dieser Arbeit nicht erhalten können und weiss daher nicht, auf welche Weise das Eisen hier bestimmt wurde. Doch ist zu erkennen, dass Berzelius es nicht für wichtig genug hielt, um auf den Eisengehalt der Milch genauer einzugehen [1]).

Quantitative Bestimmungen des Eisens in der Milchasche scheinen zuerst von Schwarz [2]) ausgeführt worden zu sein. Nach seiner Meinung sind die Untersuchungen von Luiscius und Bondt nicht einwandsfrei, weil sie die Kohle in eisenhaltigen Tigeln verbrannt hätten und das von ihnen gefundene Eisen demnach nicht von der Milchasche stamme. Erst Vauquelin und Fourcroy hätten mit Sicherheit die Gegenwart von Eisen in der Milch bewiesen, da sie »cautissime ab omnibus vasis quae vel tantillum ferri admiscere potuissent, abstinebant«. Schwarz selbst dampfte 96 Unzen Kuhmilch ein, und verbrannte den 14 Unzen wiegenden Rückstand »in crucibulo ex purissimo argento confecto«, wobei 1 Unze, 5 Drachmen und 84 Gran Kohle übrig blieb. Der in Wasser unlöslich bleibende Antheil (1 Unze, 4 Drachmen und 30 Gran) wurde mit Salpetersäure ausgezogen und die salpetersaure Lösung mit reinem Ammoniak neutralisirt. Der erhaltene Niederschlag wurde wiederholt mit Salz- und Salpetersäure behandelt, filtrirt und im Filtrat das Eisen mit bernsteinsaurem Natron als »ferrum succinicum« gefällt, wobei ½ Gran Eisen erhalten wurde. Aus der röthlichen Färbung (colore lateritio) des unlöslich gebliebenen Antheils schloss er, dass darin noch Eisen sein müsse und fand dann auch nach oft wiederholter Behandlung auf gleiche Weise noch 1 Gran Eisen mehr, zusammen also schliesslich in 1000 Theilen Kuhmilch 0,032 Theile, und in 1000 Theilen Frauenmilch 0,007 Theile Eisen [3]).

---

1) Förläsninger i Diurkemien of J. Jacob Berzelius. Tomi II. Stockholm 1806.

2) a. a. O.

3) In Bd. 8 Heft 3 S. 270 des Journals für Chemie und Physik ist eine Mittheilung von Pfaff über die Untersuchungen von Schwarz enthalten, wonach die eben genannten Zahlen nicht den Gehalt der Milchasche bzw. der Milch an Eisen, sondern an phosphorsaurem Eisen ausdrücken.

Uebrigens scheint lange, nachdem Schwarz seine Untersuchungen bekannt gegeben hatte, die Gegenwart von Eisen in der Milch noch nicht als feststehende Thatsache angenommen worden zu sein. In den im Jahre 1826 publicirten Untersuchungen, wobei der Eisengehalt in der Milch quantitativ bestimmt wurde, trachtet Meggenhofer[1]) allen Zweifel darüber, ob das gefundene Eisen eine zufällige Verunreinigung oder wirklich ein regelrechter Bestandtheil der Milch wäre, dadurch aus dem Wege zu räumen, dass er die Verbrennung der Milch, statt mit dem Kohlenfeuer, auch mit der Spiritusflamme ausführt: »Ferrum admodum exigua quantitas reperta est, et kali sulfocyanicum parti solutionis muriatici affusum, quo exiguus sed manifestus rubor exortus est, ejus praesentiam aperuit. Ut persuasum habere liceret ferrum non deberi carbonibus adjectis, lac in lampade spiritus vini eodem effectu in cineres versum est«.

In späteren Untersuchungen von O. Henry und A. Chevalier[2]), in welchen eine vergleichende Analyse der Milch verschiedener Thierarten und das Studium des Einflusses von Medicamenten auf die Zusammenstellung der Milch beabsichtigt war, kommen genauere Aschenanalysen nicht vor. Vermeldet wird nur, dass die Milchsalze aus Kalk-, Magnesium-, Kalium- und Natrium-Phosphat nebst Spuren von Eisen bestehe.

Ausführliche Analysen der Milchasche wurden bekanntlich von Jul. Haidlen[3]) ausgeführt, wobei das Eisen auf die folgende Weise bestimmt wurde: Eine bekannte Menge Milch wurde eingedampft, verbrannt und die erhaltene Asche in die im Wasser löslichen und unlöslichen Theile geschieden. Der unlösliche Antheil wurde in Salzsäure gelöst, aus der Lösung durch Zusatz von Alkohol und Schwefelsäure der Kalk ausgefällt. Im Filtrat hiervon wurde durch Ammoniak, Magnesia und Eisenoxyd als Phosphat gewonnen. Nach Abtrennen des Magnesiumphosphats

---

1) Dissertatio inauguralis sistens indigationem lactis muliebris chemicam. Francfortii a. M. 1826.

2) Mémoire sur le lait. Journ. de Pharm. et des scienc. accessoires, 1839, Nr. VI; 25e année, p. 335 u. 401.

3) Annalen der Chemie u. Pharmacie 1843 Bd. 45 S. 263.

durch Essigsäure wurde das ungelöste Eisenoxydphosphat in Salzsäure gelöst, mit Schwefelammonium gefällt und das erhaltene Schwefeleisen verbrannt und als Eisenoxyd gewogen. Auf solche Weise wurden in 100 Theilen Kuhmilch 0,007 Theile phosphorsaures Eisenoxyd erhalten.

Auch Simon[1]) gibt an, in der Milchasche, jedoch nur geringe Mengen von (phosphorsaurem?) Eisenoxyd gefunden zu haben. R. Weber[2]), der zahlreiche Aschenanalysen von thierischen Geweben etc. nach der von Rose[3]) angegebenen Methode ausführte, bestimmte nach Verbrennung der aus Milch erhaltenen Kohle mittels Platinaschwammes in der Milchasche eine Menge von 0,33 % Eisenoxyd.

Robert Wildenstein[4]) gibt an, dass 0,6327 g Asche aus Frauenmilch 0,0012 g phosphorsaures Eisenoxyd = 0,19 % enthalte. Die Milch wurde von ihm in einer Porzellanschale eingedampft und der Rückstand in einer Platinschale verbrannt. Ein Theil der Aschelösung wurde mit Ammoniak, dann mit essigsaurem Ammoniak und Essigsäure behandelt und das dabei unlöslich bleibende phosphorsaure Eisenoxyd abfiltrirt und gewogen.

Ungefähr gleichzeitig mit diesen Mittheilungen erschien eine gekrönte Preisschrift von Filhol und Joly[5]) über die Milch. Das 6. Hauptstück dieses klassischen Werkes beschäftigt sich mit der chemischen Analyse der Frauen- und Kuhmilch. Demzufolge wurden sowohl in Kuh-, wie in Frauen- und Hundemilch nur Spuren von Eisenphosphat gefunden, und zwar ebenfalls nach Rose's Methode.

In seiner »Bydrage tot de kennis der melkafscheiding« hat Heynsius[6]) auch die Zusammenstellung der Milchasche untersucht und darin — und zwar in der Asche der Kuh- und Frauen-

1) Handb. d. medic. Chemie u. die Frauenmilch nach ihrem chem. u. physiol. Verhalten 1838 S. 45.

2) Poggendorf's Annalen Bd. 81 S. 402.

3) Ebendaselbst Bd. 70.

4) Erdmann's Journal f. prakt. Chemie 1853 Bd. 58 S. 28.

5) Recherches sur le lait. Mémoire de l'Academie Belgique 1851—1853.

6) Nederlandsch Lancet 1856 blz. 649.

milch — die Gegenwart von Eisenoxyd constatirt. Bekanntlich hat Heynsius hierbei die bei der Frauenmilch auch von uns hier [1]) studirte Thatsache näher untersucht, dass die zuerst aus der gefüllten Milchdrüse entnommenen Theile von Milch einen geringeren Gehalt von Fett liefern als die später entleerten Portionen. Beim Eisen zeigt sich bei Heynsius das Umgekehrte, indem er in der Asche der ersten Milchportionen 0,18—0,19, in der der zuletzt erhaltenen Antheile 0,04—0,05 % Eisenoxyd erhielt. Im Allgemeinen fand er überhaupt ziemlich bedeutende Unterschiede in dem Eisengehalte der Milch, ohne dass er jedoch auf die Gründe hiervon näher einging. Beachtet man den constant hohen Fettgehalt der letzten Antheile von Milch, welche der Brustdrüse entnommen werden, und vergleicht man den relativ niedrigeren Eisengehalt der gleichen Milchportionen, so könnte man zu der Vermuthung kommen, dass zwischen den Mengen dieser beiden Bestandtheile der Milch ein bestimmtes Verhältnis bestünde. Ich werde später auf die Frage zurückkommen, ob in der That eine derartige Relation besteht.

In der Milch von Schweinen und zwar der Land- und der Essex-Rasse bestimmte H. Scheven [2]) bei einem Trockengehalte von 11,8 und 14,5 % in der Asche, die 7,52 % und 9,97 % dieses Trockengehaltes betragen sollte, 0,0193 % Eisenphosphat.

Eine grosse Anzahl von Analysen der Kuhmilchasche wurde von Marchand [3]) ausgeführt. Bei 300 Aschebestimmungen gibt er als mittleren procentischen Gehalt der Milchasche an phosphorsaurem Eisenoxyd eine Zahl von 0,248 an, die auf 1 l einer Milch mit 7,28 g Asche berechnet ist.

Zu den jüngsten Analysen der Milchasche, die zudem das meiste Vertrauen verdienen, gehören die, welche Bunge [4]) ausführte. Allerdings sind die dabei mitgetheilten Eisenbestimmungen nur sehr wenig zahlreich und reichen daher keineswegs aus, um

1) Zeitschrift für Biologie Bd. 17 S. 501.
2) Erdmann's Journal für praktische Chemie Bd. 68 S. 224.
3) Annales de chimie et de physique 1866 t. VIII p. 320.
4) Zeitschrift für Biologie 1875 Bd. 10 S. 295.

aus ihnen etwa einen mittleren Gehalt an dem genannten Metalle für die Milch abzuleiten. Allein die Betrachtung der genau beschriebenen Methoden, welche Bunge bei seinen Untersuchungen anwendete, ergibt auf das deutlichste, dass die von ihm angegebenen Zahlen für bedeutend werthvoller erachtet werden müssen, als die aller der anderen Forscher. Der Eisengehalt wurde von Bunge auf die Weise bestimmt, dass er 300 ccm Milch nach der Vermengung mit etwa 1 g Soda in einer Platinaschale eindampfte, den erhaltenen Trockenrückstand bei möglichst niederer Temperatur verkohlte, die Kohle mit heissem Wasser auszog und dann bei beginnender Rothglühhitze verbrannte. Aus der salzsauren Lösung der so dargestellten Asche wurde das Eisen durch Zusatz von Ammoniumacetat niedergeschlagen und als $Fe_2O_3PO_5$ gewogen. In 1000 Theilen Milch eines Hühnerhundes fand Bunge so 0,019 % oder auf 100 Asche 0,14 Eisenoxyd; bei einem anderen Hunde erhielt er 0,10 % Eisenoxyd in der Milchasche. In der Kuhmilch bestimmte er 0,0035 g pro Liter oder auf 100 Asche 0,04, in der Pferdemilch[1]) 0,015 pro Liter = 0,37 % der Asche, in der Frauenmilch endlich in einem Falle pro Liter 0,0039 g = 0,18 % der Asche und in einem zweiten Falle 0,0058 g pro Liter = 0,27 % der Asche an Eisenoxyd.

Um eine Uebersicht über den Eisengehalt der Milch zu erhalten, so wie er durch die verschiedenen Forscher gefunden worden ist, habe ich aus den im Vorstehenden angeführten Zahlen die folgende Tabelle zusammengestellt, in welcher die Menge Eisen auf 1 l Milch und auf 100 g Milchasche berechnet ist. Bei dieser Berechnung, die begreiflicherweise da, wo directe Angaben mangeln, nur annähernde Ergebnisse liefert, bin ich von der bekannten, mittleren Zusammenstellung der Milch[2]) ausgegangen.

1) Bunge meint, dass darin der Eisengehalt noch nicht bestimmt worden sei. Vgl. damit die Angabe oben auf S. 290, wonach Luiscius und Bondt auch Stutenmilch untersuchten und übrigens gerade in der Pferdemilch die grössten Eisenmengen darthun konnten.

2) Vgl. Forster, Ernährungs- und Nahrungsmittel, Leipzig 1882, S. 151 u. 152.

Tabelle I.

Autoren	Milch von	Eisen bestimmt als	Fe auf 100 Theile Asche	mg Fe auf 1000 g Milch
Luiscius u. Bondt	Frau	—	Spuren	Spuren
	Kuh, Schaf	—	„	—
	Ziege, Eselinn	—	„	—
	Pferd	—	Viele Eisentheile	—
Berzelius	Kuh	—	Spuren	Spuren
Schwarz	Frau	—	0,29	7
	Kuh	—	0,45	32
Meggenhofen	?	—	Spuren	Spuren
Simon	Frau	Eisenphosphat	„	„
Chevalier u. Henry	Verschiedene Thierarten	„	„	„
Haidlen	Kuh	Eisenphosphat	0,37	25
Weber	„	Eisenoxyd	0,221	15
Wildenstein	Frau	Eisenphosphat	0,103	2
Filhol u. Joly	„	„	Spuren	Spuren
	Frau [1])	„	0,226	5
	Kuh	„	Spuren	Spuren
Heynsius	Kuh I [2])	Eisenoxyd	0,18	10,3
	„ II	„	0,18	12,6
	„ I	„	0,05	3,5
	„ II	„	0,04	2,8
Scheven	Schwein	Eisenphosphat	0,102	7,1
Marchand	Kuh	„	0,131	9,2
Bunge	Hund	Eisenoxyd	0,147	10,3
	„	„	0,13	9,0
	Kuh	„	0,034	2,45
	Pferd	„	0,15	10,5
	Frau	„	0,10	2,73
	„	„	0,12	4,06

Soweit die Literatur, von welcher ich möglichst in chronologischer Reihenfolge eine Uebersicht zu geben trachtete.

1) Milch von einer Frau, welche längere Zeit nicht mehr gestillt hatte, aber doch reichliche Milchsecretion besass.

2) Jede Milch in zwei Portionen aufgefangen und untersucht; I bezeichnet die erste Hälfte der aus dem Euter erhaltenen Milch, II die zweite Hälfte.

Indessen zeigt diese Uebersicht, dass die bisher gemachten Untersuchungen nicht zur Erreichung des Zieles hinreichen, das mir gestellt war. Zunächst ist zu erkennen, dass keiner der angeführten Autoren ausschliesslich die Bestimmung des Eisens in der Milch beabsichtigte. Da diese Bestimmungen sonach nur als Untertheile der Aschenanalyse überhaupt und in den meisten Fällen nur nebenbei ausgeführt wurden, so folgt daraus sofort die Berechtigung der Annahme, dass dabei nicht stets alle die Vorsorgsmaassregeln genommen wurden, welche eine so subtile quantitative Bestimmung, als die des Eisens in der Milch ist, erfordert.

Man darf nicht aus dem Auge verlieren, dass die Mengen unseres Metalles in der Milchasche äusserst gering sind. Jede auch noch so kleine, zufällige Verunreinigung, die bei einer Analyse vorkommen kann, muss daher Veranlassung zu verkehrten Resultaten geben, die bei der Berechnung natürlich einen merkbaren Fehler geben. Wird nicht von vorneherein mit aller Sorgfalt darauf geachtet, so können durch Staub, der bekanntlich in Laboratorien bei mehr oder weniger rostenden, eisernen Geräthschaften etc. eisenhaltig ist, durch Reagentien, welche Eisen enthalten (selbst die reinste Salzsäure etc. des Handels enthält Spuren von Eisen), ja selbst durch Filtrirpapier in die Milchasche, bis zu der Beendigung der Analyse derselben Spuren von Eisen gelangen, die, an sich auch noch so winzig und unbedeutend, hierbei doch ins Gewicht fallen und einen Fehler bedingen.

In diesem Sinne hat bereits Schwarz darauf aufmerksam gemacht, dass Bondt und Luiscius ihre Milch in eisenhaltenden Tiegeln verkohlt und verbrannt hätten. Obwohl ich in der ursprünglichen Mittheilung der beiden Forscher nicht habe entdecken können, worauf Schwarz seine Anschauung gründet, so kann man selbstverständlich ihren Eisenbestimmungen nicht viel Gewicht beilegen, schon wenn man bedenkt, dass sie mit Hilfe des Magnetes zu der Bestimmung des Eisens in der Asche gekommen sind. Allerdings vermindert dies den Werth ihrer Untersuchungen nicht; denn diese hatten durchaus nicht allein oder vorzugsweise Bezug auf die Milchasche, und schon dadurch, dass

sie die Aufmerksamkeit auf die Gegenwart von Eisen in der Milch lenkten, haben sie der Wissenschaft und ihrem Fortschritte einen wohl zu würdigenden Dienst erwiesen.

Die Untersuchungen von Schwarz selbst dagegen sind, wie bereits der Titel seiner Dissertation andeutet, geradezu ausgeführt in der Absicht, um den Beweis zu führen, dass die Stoffe, welche die Milch zusammensetzen, qualitativ wie quantitativ dazu ausreichen, um den Bestand der Organe des wachsenden menschlichen Körpers zu erhalten, und unter den hierzu nöthigen Bestandtheilen nehmen die verschiedenen Salze, welche die Milchasche darstellen, einen hervorragenden Platz ein. Seine Analysen sind daher auch mit grosser Sorgfalt ausgeführt. Und doch muss aus dem gleichen Grunde wie früher, an der Richtigkeit der Zahlen, welche er für den Eisengehalt angibt, gezweifelt werden. Dies gilt in sicherem Grade auch für die übrigen Angaben, obwohl man den Aschebestimmungen von Haidlen, Wildenstein, Heynsius und namentlich denen von Bunge begreiflicherweise mehr Bedeutung zuschreiben darf.

Jedenfalls also findet man, wenn man die in der Tabelle angegebenen Zahlen vergleicht, so bedeutende Unterschiede, dass der Zweifel wohl berechtigt ist, ob nicht die Ursache davon wesentlich in den unzureichenden Untersuchungsmethoden, die jeweilig angewendet wurden, liegt. Und dies wiederum findet seinen Grund entweder darin, dass das Eisen bei der Analyse nur zufällig gefunden oder bemerkt wurde, oder dass es stets in Verbindung, oder neben anderen als gewichtiger betrachteten Bestandtheilen der Asche bestimmt wurde. Gerade der letztere Umstand dürfte die hervorragendste Quelle von Fehlern oder Ungenauigkeiten gewesen sein, die hierbei nicht einmal leicht zu vermeiden waren. Denn um die verschiedenen Aschebestandtheile zu bestimmen, mussten viele und verschiedene Reagentien angewendet und wiederholt durch Filtrirpapier filtrirt werden. Beide aber, Reagentien wie Filtrirpapier, enthielten in den angeführten Fällen wohl sicher bereits Spuren von Eisen. Ohne Zweifel ist es sonach möglich, dass kleinere oder grössere Antheile des gefundenen Eisens nicht von der untersuchten Milch

stammten; und bei der Beurtheilung hiervon darf man nicht übersehen, dass man es bei den Eisenbestimmungen in der Milch mit Bruchtheilen von Milligrammen zu thun hat. Ein weiterer Grund für die Ungleichheiten der erwähnten Zahlen liegt endlich noch in den Methoden, die für die Bestimmung des Eisens selbst gebraucht wurden. Diese verschiedenen Methoden sind freilich wohl anzuwenden, wo man es mit einigermaassen ins Gewicht fallenden Mengen des zu suchenden Metalles zu thun hat, aber nach unserer Ueberzeugung kann man von ihnen nicht genügende Sicherheit erwarten, wenn es sich darum handelt, so geringe Spuren von Eisen, wie sie in der Milch enthalten sein können und die zudem noch mit relativ grossen Mengen verschiedener anderer Substanzen gemengt sind, quantitativ zu bestimmen. Selbst gegenüber den Untersuchungen Bunge's können derartige Bedenken nicht gänzlich unterdrückt werden. Aus dem Umstande, dass er nicht ausdrücklich angegeben, ob die von ihm gebrauchten Reagentien etc. völlig eisenfrei waren, ist man zu entnehmen gezwungen, dass auch seine Ermittelungen über den Eisengehalt der Milch zu hoch ausgefallen sein können.

Auf Grund der vorstehend mitgetheilten Betrachtungen erschien uns daher eine erneuerte Untersuchung nothwendig. Dabei mussten wir in erster Reihe dafür sorgen, dass so viel als möglich alles vermieden wurde, wodurch auf irgend eine Weise von aussen her Eisentheilchen in die Milch oder ihren Verbrennungsrückstand gelangen konnten, und zwar von dem Augenblicke an, wo sie der Brust oder dem Euter entnommen wurde, bis zu dem Zeitpunkte, an dem die Lösung der Milchasche zur Endreaction verwendet werden konnte. Sodann musste eine Methode gebraucht werden, welche gestattete, ohne besondere Manipulationen oder ohne wiederholten Zusatz von Reagentien noch die geringsten Spuren des zu suchenden Metalles nachzuweisen und dessen Menge festzusetzen.

Um beiden Aufgaben gerecht zu werden, wurden der Angabe von Prof. Forster folgend zunächst alle Geräthe und Gefässe, welche zum Sammeln und Bearbeiten des zu untersuchenden Materiales dienen mussten, stets sorgfältig gereinigt; um sie so viel als möglich von

etwa anhängenden Eisentheilchen (Rost, Staub etc.) zu befreien, wurden sie alle, Becher- und Maassgläser, Flaschen, Kolben, Schälchen etc. mit 20 proc. Schwefelsäure gekocht und dann erst mit destillirtem Wasser abgewaschen. Selbstverständlich wurden eiserne Geräthschaften wie Gasbrenner etc. durchaus vermieden.

Sodann war es wichtig, eine Untersuchungsmethode zu wählen, bei welcher nur wenige Reagentien zu gebrauchen waren. Dies war in unserem Falle, wie sogleich näher anzuführen ist, ermöglicht, so dass nur Schwefelsäure, welche sich bei der Untersuchung als völlig eisenfrei erwiesen hatte, und kleine Mengen von eisenfreier Essigsäure zur Verwendung kamen. Filtrirt musste nur in ein paar Fällen werden; schien dies erforderlich, so geschah es mittels den mit Salz- und Flusssäure behandelten Filtern von Schleicher und Schüll, die keine Spur mehr von in Säuren löslichem Eisen enthielten.

Die zu untersuchende Frauenmilch wurde durch Ausdrücken der Brustdrüse gesammelt, direct in Bechergläsern aufgefangen und in sorgfältig geschlossenen Fläschchen ins Laboratorium gebracht. Hier wurde sie gemessen oder gewogen und in Platina- oder — nachdem sich gezeigt hatte, dass damit keine Verunreinigung bewirkt würde — auch in Schalen von Berliner Porzellan unter Zusatz einiger Tropfen verdünnter Essigsäure (zur Vermeidung der Hautbildung durch Fällung des Caseïns) eingedampft. Der Trockenrückstand wurde erst bei mässiger Temperatur verkohlt und die Kohle sodann bei Rothglühhitze in der Muffel völlig zu weisser Asche verbrannt. Die kohlefreie Asche wurde mit einer abgemessenen und stets gleichen Menge 20 proc. Schwefelsäure auf dem Wasserbade leicht so lange erwärmt, bis alles völlig gelöst war, was in den meisten Fällen alsbald erzielt war. Die so erhaltenen Lösungen waren stets völlig helle; nur in einigen Fällen, wobei grössere Mengen von Kuhmilch verbrannt und deren Aschen in dem gleich bleibenden Volum der Schwefelsäure gelöst wurden, bildeten sich beim Erkalten der Lösung Krystalle von Kalksulphat, welche durch Filtriren entfernt wurden.

Die schwefelsauren Lösungen der Milchaschen wurden sodann in Glaskölbchen nach Zusatz eines Kryställchens von reinstem

Kaliumchlorat so lange erwärmt, bis aller eventuelle Geruch nach Chlor verschwunden war und hiernach auf ein bekanntes, bei den verschiedenen Analysen gleichbleibendes Volum gebracht. Hiervon wurde endlich eine bekannte Menge mit destillirtem Wasser so weit verdünnt, als dies für die sogleich zu beschreibende Bestimmung erforderlich erschien.

Auf solche Weise nun wurden eine Anzahl Lösungen von Aschen, die von verschiedenen Milcharten (meist Frauenmilch s. u.) abstammten, hergestellt und sorgfältig aufbewahrt. War deren Anzahl gross genug geworden (8—10), so wurde eine sehr kleine, aber genau abgewogene Menge von Eisen ebenfalls mit einem genau bekannten Volum der 20proc. Schwefelsäure versetzt und so nach Zusatz von chlorsaurem Kali und genügender Verdünnung Eisenlösungen hergestellt, mit welchen die aus der Milchasche gewonnenen Lösungen, nach Zufügung von Rhodankalium, in Bezug auf ihre Farbe-Intensität verglichen werden konnten. Die Lösungen von bekanntem Eisengehalt wurden in vier Verdünnungen und zwar auf folgende Weise bereitet:

In einer bestimmten Menge 20proc. Schwefelsäure wurden 100 mg eines sorgfältig gereinigten Stahldrahtes (Klavierdraht) unter Erwärmung und nachfolgendem Zusatze von einer Spur Chloras kalicus gelöst und nach Ergänzung des verdampften Wassers ein abgemessener Theil dieser Eisenoxydlösung so weit verdünnt, dass in 100 ccm davon 1 mg Eisen sich befand. Von dieser Lösung wurden nun nach einander 5, 10, 15 und 20 ccm soweit mit wiederholt destillirtem Wasser gemengt, dass das erhaltene Volum jedesmal 100 ccm betrug. Wir hatten sonach 4 Eisenoxydlösungen als Vergleichungsflüssigkeiten, wovon die erste 0,5, die zweite 0,1, die dritte 0,15 und die vierte 0,2 mg Eisen, in Form von Eisenoxyd, in 100 ccm enthielt. Nun wurden von diesen 4 Eisenlösungen, ebenso wie von den verdünnten und gleichsauren Lösungen der Milchaschen, gerade so wie das bei der colorimetrischen Methode der Ammoniakbestimmung nach Frankland und Armstrong geschieht, Antheile in völlig farblose, kleine Bechergläser gebracht, bis in allen Gläsern die Flüssigkeit in gleicher Höhe stand. Es stellte sich bald heraus,

dass für unsere Zwecke eine Flüssigkeitshöhe von 6 cm — bei einem ungefähren Gesammtvolum von 50 ccm — am günstigsten war. Nun wurde zu der Flüssigkeit in jedem Glase 5 ccm einer frisch bereiteten Rhodankalium-Lösung (50 % krystall. Salz) gefügt, umgerührt und die Intensität der rothen Farbe, die in den eisenhaltenden Milchasche-Lösungen auftrat, mit der Färbung der Lösungen von dem bekannten Eisengehalte verglichen. Die Farbewahrnehmungen wurden meistens durch 2 bis 4 Personen gesondert gemacht und innerhalb der von uns gewählten Grenzen die Unterschiede mit den Normallösungen stets deutlich und sicher erkannt.

Die Verdünnung der Milchasche-Lösung wurde entsprechend dem Resultate einer vorausgehenden Farbenreaction so geregelt, dass die rothe Verfärbung in die Grenzen der Normalfärbungen fiel. Ausserdem wurde darauf gesehen, dass die ganze Farbenreaction und Vergleichung bei sämmtlichen Flüssigkeiten die gleiche Zeit dauerte. Dies wurde dadurch erzielt, dass die Rhodankalium-Lösung allen sorgfältig vorbereiteten Lösungen, mit der schwächsten Normal-Eisenlösung beginnend, unmittelbar hinter einander ohne Zeitverlust zugesetzt wurde und so die Bestimmungen bei jeder einzelnen Gruppe gleichzeitig geschahen.

Durch dieses Gesammtverfahren, das von Prof. Forster bei verschiedenen Gelegenheiten controlirt worden war, konnten, wie leicht zu sehen, äusserst geringe Mengen von Eisen noch auf das genaueste bestimmt werden, ohne dass — abgesehen von den paar Tropfen Essigsäure beim Eindampfen der Milch und den Kryställchen von chlorsaurem Kali — ein anderes Reagens gebraucht werden musste als Schwefelsäure.

Wir haben übrigens auch in unserem Falle nicht versäumt, die Grenzen der Genauigkeit für diese Methode zu untersuchen. Von einer der Milchsorten (Eselinnenmilch, s. Tabelle II Nr. 16, a bis c) wurden 3 Proben von je 100 ccm in der beschriebenen Weise behandelt; allein vor dem Eindampfen wurden der ersten Portion Milch 10 ccm einer Lösung von Eisen in Schwefelsäure, die 10 mg Fe enthielt, und der zweiten 10 ccm einer Lösung, in der 1 mg Fe anwesend war, zugesetzt; die dritte Milchprobe wurde

ohne Zusatz verarbeitet. Wie aus der Tabelle zu ersehen, wurden dann auch diese 10 und 1 mg Eisen wieder gefunden. Dazu ist nur noch zu bemerken, dass die Aschelösung derjenigen Milchprobe, welcher vorher jene 10 mg Eisen zugesetzt worden waren, hundertmal stärker verdünnt werden musste als bei den der reinen Milchasche-Lösungen. Da die Methode von Prof. Forster gerade für den so geringen Eisengehalt der Milchasche zugepasst und modificirt war, so ist es bei der genannten starken Verdünnung selbstverständlich, dass die in den 100 ccm der Milch bereits enthaltenen geringen Eisenmengen nicht mehr ausreichten, um einen Farbenunterschied bewirken zu helfen, der bei der gewöhnlichen Verdünnung eben deutlich wahrgenommen werden kann. In diesem Falle also konnten nicht, wie sonst wohl, noch Bruchtheile von Milligrammen mit Sicherheit bestimmt werden.

Um die angewendete Methode zu verdeutlichen, gebe ich hier noch die Verdünnungen und Zahlen an, welche in einer der ausgeführten Bestimmungen gebraucht bzw. erhalten wurden. 99,25 g Frauenmilch (s. Tab. II Nr. 6) wurde eingedampft und verbrannt, deren Asche in der 20 proc. Schwefelsäure gelöst; nach dem Kochen mit einem Kryställchen Kaliumchlorat betrug das Volum der Lösung 77 ccm. Hiervon wurden 10 ccm mit 40 ccm destillirten Wassers verdünnt und hierzu 5 ccm der Rhodankaliumlösung gefügt. Nun zeigte sich, dass die so erhaltene Färbung dunklerroth war als die, welche die schwächste Eisenlösung von dem bekannten Gehalte bei gleichem Zusatze ergeben hatte, dagegen einen Ton heller zeigte, als die darauf folgende Vergleichs-Eisenlösung. Die rothe Verfärbung in der Aschelösung kam somit überein mit der einer Flüssigkeit, welche durch Lösung von 0,09 mg Eisen in 100 ccm verdünnter Schwefelsäure erhalten worden wäre. Daraus folgt, dass 10 ccm der Aschelösung selbst, die verwendet wurde, 0,045 mg Eisen enthielten. In der ursprünglichen Lösung der Asche selbst — in dem Volum von 77 ccm — und daher auch in den 99,25 g Milch waren sonach 0,346 mg Eisen anwesend.

Ausser den Eisenbestimmungen ist von den Milchsorten auch der Gehalt von Trockensubstanz und Fett festgestellt worden, um

zu sehen, inwieweit eine Beziehung auch zwischen diesen verschiedenen Milchbestandtheilen bestände.

In der folgenden Tabelle II nun sind die Ergebnisse unserer Bestimmungen, die im Studienjahre 1883/84 ausgeführt wurden, zusammengestellt. Die Ziffern des ersten Stabes geben die Anzahl der untersuchten Milchproben verschiedener und gleicher Individuen an, während die Buchstaben die Zahl der Analysen andeuten, welche von jeder Probe gemacht wurden. Die übrigen Stäbe der Tabelle bedürfen wohl keiner Vorbemerkung.

Tabelle II.

	Milchsorte	Verwendete Milch in grm	Aschelösung in ccm	Darin gefundenes Eisen in mg	mg Eisen in 1000 g Milch	Fett in %	Trocken-substanz in %	mg Eisen in 100 g fettfreier Trockensubstanz	Bemerkungen: Bezeichnung	Bemerkungen: Tag nach der Entbindung
1.	Frauenmilch	109,6	125	0,375	3,42	6,22	12,6	5,34	—	—
2.	"	94,6	80	0,11	1,16	—	—	—	Frau E., I-para	12. Tag
3.	"	99,2	77	0,346	3,48	2,29	11,1	3,96	" M. "	14. "
4.	"	93,2	80	0.32	3,42	4,07	12,5	4,07	" G "	4. "
5. I.	"	158,5	95	0,57	3,59	4,66	13,8	3,95	" de K. "	4. "
II.	"	158,9	95	0,57	3,59	5,73	12,05	5,70	" " "	18. "
6. I.	"	130,7	95	0,59	4,51	5,28	14,05	5,13	" M. H. II-para	6. "
II.	"	140,0	100	0,30	2,15	—	12,9	—	" " "	16. "
III	"	167,0	100	0,30	1,76	3,65	12,4	2,00	" " "	24. "
IV.	"	126,5	100	0,19	1,51	3,58	13,1	1,60	" " "	31. "
V.	"	181,0	100	0,31	1,71	2,48	12,8	1,66	" " "	51 "
VI.	"	152,0	100	0;35	2,30	2,14	12,7	2,17	" " "	53. "
7. I.	"	153,5	100	0,25	1,62	2,69	13,5	1,50	" de G. III-para	7. "
II.	"	123,5	100	0,26	2,11	3,67	11,8	2,61	" " "	10. "
8.	"	100,0	100	0,205	2,05	6,80	13,2	3,20	—	
9. a)	"	100,0	100	0,22	2,20	4,10	12,8	2,53	—	
9. b)	"	68,0	100	0,175	2,57			2,95	—	
10. a)	Eselinnenmilch	100,0	125	10	—	1,07	9,6	—	Nach Zusatz von 10 mg Fe	
10. b)	"	100,0	100	1	—	1,07	9,6	—	" " 1 mg Fe	
10. c)	"	100,0	100	0,15	1,50	1,07	9,6	1,76		
11.	Kuhmilch	200,0	160	0,40	2,00	—	—	—		
12. a)	"	200,0	125	0,47	2,35	5,68	11,8	3,85		
12. b)	"	200,0	125	0,47	2,35	5,68	11,8	3,85		
13. a)	"	200,0	150	1,30	6,50	5,95	11,6	2,28		
13. b)	"	200,0	150	1,40	7,00	5,95	11,6	2,46		
14.	"	100,0	100	0,425	4,25	—	—	—		
15.	"	100,0	100	0,50	5,00	3,80	12,4	5,81		
16. a	"	100,0	100	0,50	5,00	2,92	10,6	6,49		
16. b	"	100,0	100	0,50	5,00	2,92	10,6	6,49		
17. a)	"	100,0	100	0,45	4,50	4,01	11,7	5,84		
17. b)	"	100,0	100	0,45	4,50	4,01	11,7	5,84		
18. a)	"	100,0	100	0,25	2,50	3,57	10,3	3,73		
18. b)	"	100,0	100	0,25	2,50	3,57	10,3	3,73		

Berechnet man aus den Zahlen der Tabelle II die Mittelwerthe für den Gehalt an Eisen, so erhält man nachstehende Zusammenstellung, nach welcher an Eisen enthalten:

Tabelle III.

	1000 g Milch	100 g fettfreie Trockensubstanz	Anzahl der Bestimmungen	Anzahl der Individuen
Frauenmilch	2,54 mg Fe	3,22 mg Fe	16	9
Eselinnenmilch . . .	1,50 „	1,76 „	1	1
Kuhmilch	4,04 „	4,35 „	8	8

Aus den in der Tabelle angegebenen Zahlen geht zunächst hervor, dass der Eisengehalt der Milch im allgemeinen und speciell der Frauenmilch sehr gering ist, im Mittel niedriger als wie er in den meisten, bereits bekannten Analysen gefunden wurde. Ein solcher Unterschied war auch zu erwarten, wenn unsere Anschauung über den Einfluss richtig ist, den die früheren Untersuchungsmethoden auf die Ergebnisse der Analyse haben mussten. Es konnte, wie wir oben aufmerksam machten, kaum anders sein, als dass ein Theil des früher gefundenen Eisens nicht der Milchasche angehörte, sondern durch zufällige Verunreinigungen während der Analyse in das zu untersuchende Material kam. Diese Fehler sind aber von uns während der ganzen Operation sorgfältig vermieden, und unsere Zahlen daher sicher nicht zu hoch ausgefallen. Auf der anderen Seite aber können wir unseren Control-Versuchen entnehmen, dass wir auch keine zu niedrigen Ergebnisse erhalten haben, wofür übrigens auch der Vergleich mit den Zahlen von Wildenstein und Bunge (s. o. S. 296) spricht.

Zweitens ist zu erkennen, dass zwar das Eisen in der Milch in sehr wechselnden Mengen, und zwar auch bei ein und derselben Frau zu verschiedenen Zeiten, vorkommt, dass aber die Unterschiede durchaus nicht so beträchtlich sind, als die früher schon bekannten Zahlen (s. Tabelle I) vermuthen liessen. Die gefundenen Differenzen sind bei der Kuhmilch mehr zu merken als bei der Frauenmilch; und es könnte dies — eine Annahme, die

nicht ganz ungerechtfertigt sein dürfte — zum Theile damit in Zusammenhang stehen, dass bei der Art und Weise des Sammelns und Bewahrens der käuflichen Kuhmilch, die wir verwendet hatten, eine Verunreinigung der Milch mit Eisentheilchen erfolgen konnte, welche bei der Sammlung der Frauenmilch, wie auch der Eselinnenmilch, gänzlich ausgeschlossen war.

Drittens endlich zeigt sich, dass die Kuhmilch einen grösseren, mittleren Eisengehalt besitzt als die anderen von uns bisher untersuchten Milcharten, was auch ihrem höheren Aschengehalte entspricht.

Ein besonderer Zusammenhang dagegen oder ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Eisenmenge in der Milch und deren Gehalt an Trockensubstanz, Fett oder fettfreier Trockenmenge scheint, in deutlich nachweisbarer Weise, nicht zu bestehen.

Wie im Anfange ausgesprochen, war unsere Absicht ebenfalls, zu sehen, ob man auf medicamentösem Wege den Eisengehalt der Muttermilch zu erhöhen im Stande wäre. Leider ist der Versuch, für dieses Fragestück einen Beitrag zu liefern, bis zu diesem Zeitpunkte aus mehreren, namentlich äussern Gründen, die unter anderem auch im Zusammenhange mit der Beschaffung der Frauenmilch standen, noch nicht sehr weit gediehen. Indess möchte ich nicht unterlassen, das, was ich in dieser Richtung ausgeführt habe — wobei übrigens durch einen unglücklichen Zufall eine Untersuchungsreihe verloren ging — hier mitzutheilen, umsomehr, als damit gleichzeitig die Anzahl der in Tabelle II angegebenen Eisenbestimmungen vermehrt wird.

Einer gesunden Multipara wurde am 10. Februar 1884, am 10. Tage post partum Milch entnommen und in der früher beschriebenen Weise deren Eisengehalt bestimmt. Das Gleiche geschah am 20. Februar. Nunmehr erhielt die Frau 14 Tage lang 1 g lactas ferrosus täglich, während in derselben Zeit ein paar Mal die von ihr producirte Milch analysirt wurde. Nach Verlauf von 14 Tagen wurde die Eisengabe unterbrochen, und die Milch ungefähr 3 Wochen nach dieser Unterbrechung wiederum zur Untersuchung verwendet. Die so erhaltenen Zahlen habe ich in der folgenden Tabelle mitgetheilt.

Tabelle IV.

Datum	Tag nach der Entbindung	Analysirte Milch in ccm	mg Eisen in 1000 g Milch	Bemerkungen
10. Febr. 1884	10. Tag	130	4,51	—
20. „ „	20. „	140	2,10	—
29. „ „	29. „		1,76	Nach 8 täg. Gebrauch von 1 g lactas ferrosus p. d.
8. März „	37. „		1,50	„ 14 täg. „ „ 1 g „ „
28. „ „	57. „		1,70	Seit 8. März kein lactas ferrosus mehr.
30. „ „	59. „		2,30	—

In unserem Versuche ist sonach ein vermehrter Uebergang von Eisen in die Milch nach Darreichung von Eisenpräparaten nicht nachzuweisen. Indess wäre es verfrüht, daraus den Schluss zu ziehen, dass das Nichtstatthaben dieses Ueberganges bewiesen wäre. Hierfür ist unsere einzige Bestimmung nicht hinreichend, und ausserdem sind die gefundenen Schwankungen des normalen Eisengehaltes der Frauenmilch an sich selbst schon zu gross. Dazu kommt noch, dass es sich in unserem Falle um Versuche an einer völlig gesunden, kräftigen Frau handelte. Vielleicht zeigt es sich bei fortgesetzten Untersuchungen, wie wir vermuthen, dass bei vorkommender Chlorose der Mutter die durch diese producirte Milch einen deutlich geringeren Eisengehalt besitzt als die einer gesunden Frau, und dass in solchen Fällen wohl durch eine Eisenzufuhr eine wahrnehmbare Zunahme des Eisengehaltes erzielt werden könnte. Wäre dies so, so würde eine derartige Behandlung nicht bloss der Mutter, sondern auch direct dem Kinde zu gute kommen, wie das bereits auch Schwarz schon ausgesprochen hat.

Dass viele Stoffe, und darunter auch Metall-, wie Blei-, Quecksilber-Verbindungen aus dem mütterlichen Körper in die Milch übergehen, ist ja schon längst bekannt. Dies geschieht bekanntlich selbst schon bei Medicamenten, die für äusserlichen Gebrauch zu dienen haben. Ich habe mich hiervon ebenfalls überzeugen können. Nach äusserlichem Gebrauch von Jodoform, von dessen

Uebergang in Form von Jod in die Milch Fehling zuerst meldete, konnte ich bei einer Puerpera eine deutliche, blau-violette Färbung in der Milchasche-Lösung wahrnehmen, nachdem derselben verdünnter Stärkekleister, ein paar Tropfen Schwefelsäure und ein Kryställchen Kaliumnitrit zugesetzt worden war.

Selbstverständlich kann man daraus an sich noch nicht den Schluss ziehen, dass nun auch Eisen, das auf die eine oder andere Weise in den Körper gebracht wurde, mit der Milch ausgeschieden wurde in einer Menge, dass dies quantitativ nachgewiesen werden könnte. Denn das Verhalten des Eisens zu den thierischen Organen ist in mannigfacher Beziehung anders als das der oben genannten Metalle. Sei dem aber vorläufig wie es wolle, so viel ist sicher: durch die Versuche von H. v. Hösslin ist bewiesen, dass bei Eisenmangel in der Nahrung die Hämoglobinmenge im wachsenden Thierkörper sich vermindert; daraus folgt aber, dass auch ein directer Zusammenhang bestehen muss zwischen der Ausscheidung von Eisen in der Milch der Mutter und dem Hämoglobingehalte in dem Blute des durch diese ernährten Kindes.

Ob aber in einem Falle von Blutarmuth beim Säuglinge die Verbesserung des allgemeinen Zustandes der stillenden Mutter und damit auch des Kindes, oder eine Veränderung in der Ueberführung von Eisen von dem mütterlichen in den kindlichen Körper von grösserer Bedeutung sein wird, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Versuche über die antiseptische Wirkung des Jodoforms, der ätherischen Oele und einiger anderer Substanzen und über das Eindringen gasförmiger Antiseptica in Gelatine.

Von

Dr. G. Riedlin.

(Aus der hygienischen Station am Operationscurs für Militärärzte in München.)

I. Die antiseptische Wirkung des Jodoforms.

Es ist in neuerer Zeit vielfach über den Werth des Jodoforms als Antisepticum discutirt worden. In ein acuteres Stadium ist diese Frage getreten durch die Veröffentlichung der Ergebnisse bacteriologischer Untersuchungen, wie solche von den dänischen Forschern Heyn und Rovsing angestellt wurden und durch die geradezu überraschenden Schlussfolgerungen, welche sie auf Grund ihrer Experimente zogen.

Diese Versuche wurden an einem »grauen Schimmelpilz«, an verschiedenen Bacterienarten, wie Reinculturen von Mikrococcus aus Ratteneiter, Staphylococcus pyogenes aureus, Pneumoniecoccus und Bacillus subtilis angestellt; das Jodoform wurde als Pulver, Aufschlemmung, Lösung (in Olivenöl und Kalbserum) und als Jodoform-Gaze angewandt; auch wurden einige Thierversuche angereiht. Die Versuchsanordnung bei Anwendung des Jodoforms war so, dass die mit den genannten Bacterienarten geimpften Gelatineplatten mit Jodoformpulver bedeckt und am darauffolgenden Tag von diesen Platten in Reagensgläser übergeimpft wurde; nach 2—3 Tagen zeigte sich schon deutlicher Anwuchs der betreffenden Mikroorganismen im Reagensglas.

Die Aufschlemmungen wurden durch Mischen verschiedener Mengen von Jodoformpulver mit verflüssigter Gelatine (Fleischwasser und Agar) gewonnen. Die möglichst rasch zum Erstarren gebrachte Gelatine, in welcher sich das Jodoform in ziemlich gleichmässiger Vertheilung befand, wurde geimpft; 3 Tage später zeigte sich Wachsthum in allen Impfstichen.

Wie hier, so zeigte sich auch bei den auf verschiedene andere Weise angestellten Versuchen jeweils, dass das Jodoform nicht im Stande war, die Entwickelung der Mikroben zu verhindern oder dieselben in ihrer Virulenz abzuschwächen, wie dies durch folgendes Thierexperiment dargethan wurde.

Von einer auf die oben erwähnte Weise hergestellten Jodoform-Staphylococcen-Mischung wurde eine Wasseraufschlemmung in das rechte Kniegelenk eines Kaninchens eingespritzt, am nächsten Tag schon zeigte sich fluctuirende Schwellung des Gelenkes und einige aus demselben aspirirte, in Agar-Agar übergeimpfte Eitertropfen liessen innerhalb 4 Tagen völlig charakteristische Reinculturen des Staphylococcus pyog. aur. zur Entwickelung kommen.

Auf Grund dieser Resultate sprechen die Verfasser dem Jodoform nicht nur jeden Werth als Antisepticum ab, sondern sie bezeichnen es sogar als gefährliches Mittel, weil durch dasselbe Mikroorganismen direct auf die Wunde übertragen werden können.

Weitere Beobachtungen über Jodoform als Antisepticum theilt Lübbert mit in seiner Arbeit »Biologische Spaltpilzuntersuchung« 1886. Er stellte folgenden Versuch an.

Auf sterile Gelatine wurde Jodoformpulver 1—2 mm hoch aufgeschüttet, darüber eine mit Staphyl. pyog. aur. inficirte Gelatine in noch flüssigem Zustand gegossen und das Röhrchen im Wärmekasten aufbewahrt. Ziemlich rasch wurde die über dem Jodoform befindliche Gelatine verflüssigt. Statt nun, wie man hätte erwarten sollen, beim Jodoform Halt zu machen, wuchs der Staphyl. aur. durch und verflüssigte mit derselben Schnelligkeit auch die untere Gelatine.

Diesen Versuch stellte auch ich an und zwar mit einer 10proc. alkalischen Fleischwasser-Pepton-Gelatine und dem Staphyl. pyog. aur. als Infectionsmaterial. Das Resultat war das gleiche wie das von Lübbert mitgetheilte.

Scheint es nun nach diesen Versuchen mit dem Staphylococcus pyog. aur., als ob dem Jodoform gar keine antiseptische Wirksamkeit zukomme, so musste man sich doch von vorneherein fragen, ob eine solche Verallgemeinerung gerechtfertigt sei. Es ist Thatsache, dass verschiedene Bacterienarten sich gegenüber demselben Antisepticum verschieden verhalten. Deshalb wurden Versuche angestellt mit zwei anderen, besonders

lebhaft sich vermehrenden Spaltpilzen, bei denen eben deshalb ein entscheidender Erfolg zu erwarten war.

Hierzu dienten der Koch'sche Choleravibrio und ein »typhusähnlicher Bacillus«. Der letztere ist ein mit den bis jetzt beschriebenen Bacterien nicht zu identificirender Bacillus, welcher aus der Lunge eines an Influenza gestorbenen Pferdes erhalten worden war. Er hat in morphologischer und physiologischer Beziehung sehr grosse Aehnlichkeit mit dem Bacillus des menschlichen Abdominaltyphus; seine Wuchsformen sind: Ovalformen, Kurz- und Langstäbchen und Fadenformen. Betrachtet man mikroskopisch auf einer Plattencultur das Bild seiner an der Oberfläche der Gelatine sich entwickelnden Colonien, so tritt eine so frappante Aehnlichkeit mit den Typhuscolonien auf, dass eine Unterscheidung beider Mikroorganismen auf diesem Wege oft sehr schwer ist: dieselben buchtigen Ränder, dasselbe Furchensystem im Innern, das an ein Gebirgssystem im Kleinen erinnert, gegen die Peripherie hin aber nicht selten mehr das Aussehen eines Convoluts von Darmschlingen gewinnt.

Allerdings besteht in der Färbung der Colonien ein geringer Unterschied, da jener leichte Stich in's Olivgrüne, der der Typhus-Colonie eigenthümlich ist, hier fehlt. Die Stichcultur charakterisirt diesen Bacillus als nicht verflüssigenden, gärungserregenden Spaltpilz, der längs des ganzen Stichkanals eine grosse Zahl von Kohlensäureblasen producirt.

Inficirt man 1 % Fleischwasser-Pepton-Lösung mit Typhusbacillen und eine andere Probe mit den typhusähnlichen Bacillen und lässt dieselben bei Körpertemperatur einige Tage stehen, so nimmt man einen Geruch wahr, der qualitativ gleich ist für beide Bacterienarten: aromatisch-ranzig wie nach alten Nusskernen (niedere Fettsäuren, Ammoniak) oder gewissen Käsen (Limburger), aber entschieden weit intensiver beim typhusähnlichen Bacillus.

Was die biologischen Eigenschaften dieses Bacillus betrifft, so ist hervorzuheben seine grosse Vermehrungstüchtigkeit, und dass er trotz monatelanger, künstlicher Weiterzüchtung nicht merklich in seiner Lebenskräftigkeit alterirt wurde.

Es seien zunächst die Versuche mit diesem typhusähnlichen Bacillus angeführt. Als Versuchsmodus wurde das Plattenculturverfahren gewählt. Eine 10 proc. alkal. Fleischwasser-Pepton-Gelatine wurde mit dem typhusähnlichen Bacillus inficirt, mit 1 g Jodoformpulver gemischt und auf eine kalte, sterile Glasplatte ausgegossen. Diese sowie die gleichzeitig angefertigte Control-Gelatineplatte wurden, jede unter besonderem Glockenverschluss, bei 22 ° C. aufbewahrt.

Auf beiden Platten entwickelten sich massenhafte Colonien; das merkwürdigste dabei war, dass die Colonien des typhusähnlichen Bacillus ganz unbekümmert um die Krystalle und Partikelchen des Jodoform sich überall kräftig entwickelt hatten, selbst wenn sie dicht bei und an denselben lagen, während man doch hätte erwarten sollen, dass die Entwickelung der Colonien in einem gewissen Umkreise um die Krystalle wenn nicht aufgehoben, so doch bedeutend würde gehemmt und verzögert werden [1]).

Trotzdem war im allgemeinen eine ganz geringe Verzögerung im Wachsthum der mit Jodoform behandelten Platten unverkennbar.

---

1) Noch drastischer als durch diese Versuche wurde die antiseptische Unwirksamkeit des Jodoforms dadurch erwiesen, dass ich — wie dies auch schon anderen Beobachtern begegnete — einmal ein Jodoformpräparat in die Hand bekam, das, wohl infolge ungenügender Vorsicht beim Aufbewahren, reichlich lebende Keime enthielt.

Wurde sterile, 10 proc. alkalische Fleischwasser-Pepton-Gelatine auf eine sterilisirte, kalte Platte gegossen und mit diesem Jodoform bestreut, so zeigten sich schon nach 2 Tagen auf der bei 22 ° C. aufgestellten Platte viele verflüssigende Colonien, welche immer grösser wurden und schliesslich confluirten. Im mikroskopischen Präparat, welches von diesen Colonien angefertigt wurde, fanden sich mit Anilinwasser-Gentianaviolett leicht färbbare, meist in Traubenform zusammenliegende, kugelige Gebilde. Mit einem anderen Präparat hergestellte Plattenculturen ergaben dagegen ein negatives Resultat, d. h. es entwickelten sich keinerlei Vegetationen auf der Gelatine.

Dieser Versuch lehrt also zur Evidenz, dass das Jodoform nicht im Stande ist, gewisse, zufällig hineingefallene Keime zu ertödten oder auch nur in ihren vitalen Eigenschaften abzuschwächen.

Ganz andere Resultate ergab nun der Choleravibrio. Die bezüglichen Versuche wurden in verschiedener Weise angestellt [1]).

1. Plattenculturen mit Choleravibrio.

Vier Röhrchen einer 10proc. alkalischen Fleischwasser-Pepton-Gelatine wurden mit einer 1 Tag alten Cultur von Vibrio Koch. aus 1 % Fleischwasser-Pepton-Lösung gleichmässig inficirt; die Gelatine des ersten Röhrchens mit 1 g Jodoform gemischt und auf eine kalte, sterile Platte gegossen; die Gelatine des zweiten Röhrchens auf eine Glasplatte ausgegossen und vor dem Erstarren mit Jodoform in Kreuzform bestreut; die Gelatine des dritten und vierten Röhrchens ohne Jodoform ausgegossen.

Die 3 ersten Platten wurden nach dem Erstarren unter demselben, die als Controlplatte dienende vierte unter eigenem Glockenverschluss bei 22 ° C. aufgestellt.

Auf den ersten 3 Platten entwickelten sich keine Choleracolonien, ja es hatte sogar bei der dritten, ohne Jodoform ausgegossenen, Platte schon der blosse Jodoformdunst das Wachsthum der Keime verhindert.

Die separirte Controlplatte dagegen wies zahlreiche Colonien der Koch'schen Cholera-Vibrionen auf.

2. Röhrchenversuche mit Choleravibrio.

Die auffallende Erscheinung, dass der Dunst (des bei 22 ° C. befindlichen) Jodoforms schon genügt, um auf einer Plattencultur Aufhebung des Wachsthums der ausgesäten Cholerakeime zu bewirken, gab die Veranlassung, zu untersuchen, wie weit wohl der schädliche Einfluss des Jodoformdunstes in einer mit Koch'schen Vibrionen inficirten Gelatine reiche.

Zu diesem Zweck wurden 5 Röhrchen einer zuvor verflüssigten 10proc. alkalischen Fleischwasser-Pepton-Gelatine mit je einer bestimmten Drahtöse einer 1tägigen Choleracultur aus

1) Eine vorläufige Mittheilung über diese Versuche durch H. Buchner findet sich in den Sitzungsberichten der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München vom 7. Juni 1887 und Münchener medicinische Wochenschrift 1887 Nr. 25.

1 % Fleischwasser-Pepton-Lösung inficirt und die flüssige Gelatine so lange bewegt, bis eine gleichmässige Vertheilung der Keime anzunehmen war.

Ueber 4 der nun bald erstarrenden Gelatinen wurde sodann je ein an einem Ende zugeschmolzenes Glasröhrchen aufgehängt, welches mit 0,1 g Jodoform gefüllt war (*j*); das fünfte Röhrchen diente zur Controle. Die mit guten Wattepfropfen versehenen Röhrchen wurden in den Wärmekasten von 22 ° C. gestellt.

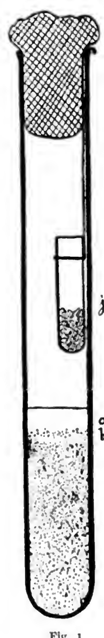


Fig. 1.

Schon nach 1 Tag zeigte das Controlröhrchen eine verflüssigte Oberfläche, die Verflüssigung ging ziemlich rasch in der allenthalben gleichmässig mit Colonien durchsetzten Gelatine vorwärts, so dass nach Verlauf von 8 Tagen schon mehr als die Hälfte der Gelatine, etwa 4 cm, verflüssigt war. Im mikroskopischen Präparat sah man die Vibrionen hauptsächlich in Halbschrauben und beinahe geraden Wuchsformen.

Die anderen 4 unter dem Einfluss des Jodoforms stehenden Gelatinen zeigten anfangs keine Verschiedenheiten unter sich. Im Gegensatz zum Controlröhrchen waren ihre Oberflächen frei von Colonien, überhaupt war bis zu 5 mm Tiefe nichts gewachsen (*a*). Hierauf folgte dann eine Zone mit grösseren Colonien (*b*), die schon nach 2 Tagen deutlich hervortraten und im Verlauf noch etwas grösser wurden, ohne aber zu verflüssigen. Die Zone, innerhalb deren diese Colonien lagen, war nach oben scharf, nach unten ziemlich genau abgegrenzt und nicht über 1,5—2 mm breit; von da bis zum Boden des Röhrchens war die Gelatine erfüllt mit gleichmässig vertheilten, sehr zahlreichen, mit zunehmender Tiefe kleiner werdenden Colonien, die noch nach 8 Tagen dasselbe kümmerliche Aussehen boten. Als auffallende Secundärerscheinung ist zu erwähnen, dass häufig an die Zone der kräftigsten Entwickelung der Colonien nach

unten unmittelbar eine hellere Schicht von 1—2 mm anschloss, welche nur äusserst wenige und minimal kleine Colonien aufwies.

Diese Versuche wurden oftmals mit dem gleichen Resultate wiederholt. Dieselben gelingen stets mit absoluter Sicherheit. Etwas verschieden gestaltet sich dagegen das Schicksal der jodoformirten Culturen bei noch länger dauernder Beobachtung. Bei einigen derselben kommt es nämlich doch zu einer allmählichen Entwickelung auch in der anfangs sterilen Zone, worauf dann langsam Verflüssigung erfolgt, während andere stets unverändert bleiben und nur allmählich durch Austrocknung der Gelatine leiden. Der Grund für diese Verschiedenheit ist ganz evident in dem Umstand zu suchen, ob die Jodoformröhrchen hoch oder tief in dem Reagenzcylinder angebracht sind, d. h. ob deren Mündung sich mehr oder weniger weit entfernt von der Oberfläche der Gelatine befindet. Je näher der letzteren, um so günstiger sind selbstverständlich die Bedingungen für das Eindringen der Jodoformdämpfe in die Gelatine. Diese Erklärungsweise fand sich in allen Versuchen bestätigt.

Suchen wir nun das Zustandekommen der erwähnten sterilen Zone zu erklären, die bei jedem Versuch und in jedem einzelnen Röhrchen immer wieder beobachtet wurde, so müssen wir offenbar annehmen, dass das Jodoform als Dampf, trotz seiner äusserst geringen Wasserlöslichkeit, in die Gelatine einzudringen vermag. Anders wären diese Resultate gar nicht begreiflich. Ausserdem muss aber auch der Sauerstoff, als begünstigendes Agens, in die Gelatine hineindiffundiren, und es ist klar, dass die Diffusion dieses Gases viel tiefer reicht als jene der Jodoformdämpfe. Sonst wäre namentlich die Entstehung der erwähnten maximalen Entwickelung dicht unterhalb der sterilen Zone nicht erklärlich. Der eigentliche Grund dieser letzteren Erscheinung bleibt übrigens auch dabei noch verborgen und dürfte kaum so leicht zu eruiren sein.

Die Jodoformdämpfe diffundiren also in 10% Gelatine und zwar bei der gewählten Versuchsanordnung bis zu einer Tiefe von 5—10 mm, und dabei in solchen Mengen, dass hierdurch ein entwickelungshemmender (nicht tödtender!) Einfluss auf die

Choleravibrionen geübt wird. Dass die Diffusion, wenn auch nur spurenweise, noch tiefer gehen sollte, als es die Ausdehnung der sterilen Zone erkennen lässt, ist wegen der unmittelbar darauf folgenden maximalen Zone zu bestreiten [1]).

Es sollte nun noch gesehen werden, ob auch eine Diffusion der Jodoformdämpfe in Flüssigkeiten hinein stattfinde. Zu diesem Zweck wurden auf dieselbe Weise wie bisher 4 Reagenzcylinder mit Fleischwasser-Pepton l ö s u n g mit Choleravibrionen inficirt und dann in 3 derselben kleine Glasröhrchen mit 0,1 g Jodoform gehängt, das vierte diente als Controlröhrchen. Sämmtliche Röhrchen wurden in den Brütofen von 37 ° C. gestellt. Während nun das Control-Röhrchen, wie man dies ja bei mit Choleravibrionen inficirter Nährlösung stets beobachtet, schon nach 24 Stunden eine gleichmässige, starke Trübung zeigte, welche immer mehr unter oberflächlicher Deckenbildung zunahm, liessen die dem Jodoformdunst ausgesetzten nach 1 Tag erst eine ganz schwache Trübung erkennen, die aber dann allerdings im Laufe der folgenden Tage an Intensität zunahm und ebenfalls mit Deckenbildung einherging.

Auch hier konnte wieder die Beobachtung gemacht werden, dass die Behinderung der Entwickelung der ausgesäten Keime um so stärker war, je tiefer die Jodoformgläschen hingen.

Die Erscheinung, dass die Choleravibrionen in der Nährlösung nicht am Wachsthum verhindert, sondern in ihrer Entwickelung und Vermehrung nur bedeutend behindert wurden, dürfte darin ihre Erklärung finden, dass die Nährlösung vor allem ein besseres Nährsubstrat für die Choleravibrionen ist als die Gelatine. Ferner auch war die Temperatur eine höhere, den Vibrionen günstigere (hier 37 °, dort 22 °). Vielleicht auch beschränkt höhere Temperatur die Absorption der Jodoformdämpfe.

Immerhin ist auch bei Flüssigkeiten ein gewisses Hineindiffundiren von Jodoformdämpfen anzunehmen. Diese Erscheinung

---

1) Man könnte denken, dass es nicht die Jodoformdämpfe, sondern die Dämpfe von freigewordenem Jod seien, welche in die Gelatine eindringen. Diese Annahme wird jedoch durch Versuche, welche in der oben citirten Mittheilung B u c h n e r's erwähnt sind, widerlegt.

ist um so merkwürdiger als das Jodoform, wie ein diesbezüglicher 14 tägiger Versuch bei 22° lehrte, nicht in merklicher Weise verdunstet und somit nicht als eigentlich flüchtig bezeichnet werden kann.

Jedenfalls ist das Eindringen der Jodoformdämpfe in Flüssigkeiten und wasserhaltige Substanzen wichtig bezüglich der Theorie seiner Wirkungsweise bei der Wundbehandlung. Schon v. Nussbaum hat auf die in so vielen Fällen auffällige granulationsbefördernde Wirkung des Jodoforms hingewiesen, wodurch nach Billroth's Ansicht die Eingangspforten für septische Keime bald verschlossen werden. König hält an dem Werth des Jodoforms als Verbandmittel hauptsächlich deshalb fest, weil »das Jodoform, auf eine frische Wunde gebracht, jede Secretion derselben so gut wie ganz aufhebt«, und da das erste Secret der Wunde ein ganz vorzüglicher Nährboden für Mikroorganismen ist, so gestalte diese »austrocknende« Wirkung des Jodoforms dasselbe zu einem antibacteriellen Stoff, wenn auch in einem anderen als dem gewöhnlichen, in indirectem Sinne.

Wenn nun das Jodoform schon in die Gelatine bis zu einer gewissen Tiefe einzudringen vermag, so ist wohl anzunehmen, dass auch die lebenden Zellschichten, wahrscheinlich in ähnlicher Weise wie die Gelatine, für Jodoformdämpfe permeabel sind. Hierdurch aber werden die soeben angeführten Wirkungen des Jodoforms auf die Wundgewebe, die zur Granulationsbildung anregende und die secretionshemmende wesentlich verständlicher, während dieselben kaum zu begreifen wären, wenn das Jodoform nur auf die eigentliche Oberfläche der Gewebe zu wirken im Stande wäre.

II. Die antiseptische Wirkung ätherischer Oele und einiger anderer Substanzen.

In der medicinischen Literatur der neueren Zeit finden sich nur äusserst spärliche Mittheilungen über die antiseptische Kraft der ätherischen Oele. Genauere Untersuchungen auf bacteriologischem Wege sind erst von Robert Koch [1]) bekannt; dieselben beziehen

1) Koch, Ueber Desinfection. Mittheilungen des kais. Gesundheitsamtes. Berlin 1881 Bd. 1.

sich jedoch nur auf eine kleine Gruppe ätherischer Oele, auf Pfeffermünz-Oel, Eucalyptol, Nelkenöl und Kampher, und sind sämmtliche Versuche mit Milzbrandsporen ausgeführt.

Koch kam dabei zu folgenden Resultaten:

Pfeffermünz-Oel, Anfang der Behinderung des Milzbrandbacillenwachsthums bei 1 : 33000 (Fleischextract-Pepton-Lösung).

Terpentin-Oel, Anfang der Behinderung bei 1 : 75000.

Nelken-Oel, Anfang der Behinderung bei 1 : 5000.

Eucalyptol, Behinderung bei 1 : 2500; Aufhebung noch nicht erreicht bei 1 : 1000.

Kampher, Behinderung bei 1 : 2500; Aufhebung noch nicht erreicht bei 1 : 1250.

Verschiedene Umstände haben es jedenfalls verursacht, dass aus den letzten Jahren, wo doch so viel über Antiseptik und Desinfectionsmittel gearbeitet wurde, keine Arbeit über ätherische Oele in ihrer Wirkung als Antiseptica vorhanden ist. Einmal ist in neuerer Zeit hauptsächlich das Bestreben hervorgetreten, möglichst kräftige und prompt wirkende Antiseptica zu finden. Dieses Bestreben beruht indess auf einem Irrthum, insoferne wir dem Organismus doch niemals mit starken, d. h. mit concentrirten Antisepticis auf den Leib rücken dürfen, sondern dieselben stets soweit verdünnen müssen, dass eine direct schädliche Wirkung auf die Körpergewebe ausgeschlossen ist.

Eine andere Schwierigkeit ferner besteht darin, dass die ätherischen Oele in Wasser unlöslich sind; leicht zwar lassen sich diese Oele in Weingeist lösen, fallen aber bei Wasserzusatz sofort wieder in Gestalt feiner Tröpfchen aus. Die einzige Art wohl, Emulsionen herzustellen, besteht in dem Kunstgriff, statt Weingeist Spiritus saponatus zu nehmen und die so erhaltene Lösung durch Zusatz von Aqua destillata zu emulgiren.

Auf diese Weise erhält man von einigen ätherischen Oelen 1 procentige, gut haltbare Emulsionen, während wieder andere in weniger als 1 %, keine aber in mehr als 1 % Emulsion erhältlich sind.

Mit derartigen Emulsionen verschiedener Oele wurden zunächst Versuche angestellt; als diese sich im ganzen als zu

schwach wirksam erwiesen, wurden die Oele in Substanz angewendet und zu Platten- und Röhrchenculturen mit directem Aufstreichen resp. Aufgiessen des ätherischen Oels auf die inficirte Gelatine gegriffen. Allerdings ist dies eine ungewöhnliche Art der Anwendung eines Antisepticums; allein es schien dies der einzige Weg, um die Wirkung der ätherischen Oele zu studiren. Und in der That zeigte sich, dass die antiseptische Wirkung in vielen Fällen beträchtlich weit über die directe Berührungsstelle in die Gelatine hineinragte, was nur durch Eindringen gelöster Theile des betreffenden Oeles erklärt werden kann.

Auch praktisch ist dieser Versuchsmodus von Interesse, da die directe Anwendung ätherischer Oele zu antiseptischen Zwecken auf Oberflächen (Wundflächen, Schleimhäuten) nicht ausgeschlossen erscheint.

Terpentin-Oel.

1. Versuche mit Emulsion. *a) Typhusähnlicher Bacillus.* Die Emulsion wurde auf folgende Weise hergestellt: 1 g Ol. Terebinth. wurde in 10 g Spirit. saponat. gelöst und die Lösung mit 90 g Aq. dest. versetzt, wodurch eine milchartige Flüssigkeit entsteht.

Nun wurden 6 mit je 10 ccm 10 % alkal. Fleischwasser-Pepton-Gelatine gefüllte Röhrchen im Wasserbad verflüssigt, mit 1 % Terpentin-Emulsion gemischt in den Verhältnissen 10 ccm Gelatine : 10, 5, 2 ccm Emulsion und nach dem Erstarren in den schief gelegten Röhrchen eine Strichcultur von auf Fleischwasser-Agar bei 37 ° C. kräftig gewachsenem, typhusähnlichem Bacillus angelegt. Darauf wurden sämmtliche Röhrchen in den Wärmekasten von 22 ° C. gestellt.

Nach Ablauf von 8 Tagen war bei den ersten 4 Röhrchen vom Mischungsverhältnis 10 : 10 und 10 : 5 keine Spur von Wachsthum eingetreten, bei den beiden vom Mischungsverhältnis 10 : 2 konnte erst nach 2 Tagen eine ganz geringe Entwickelung beobachtet werden. Sogar nach 12 Tagen hatten die Vegetationen in diesen 2 Röhrchen noch nicht die Entwickelung einer 1 tägigen Stichcultur auf 10 % alkal. Fleischwasser-Pepton-Gelatine bei 22 ° C. erreicht.

Eine energische Behinderung war also eingetreten bei 1 : 600, Aufhebung des Wachsthums bei 1 : 300.

Hierbei wurde nicht verfehlt, durch Anfertigung von gefärbten mikroskopischen Präparaten den augenfälligen Beweis für die so bedeutende Wachsthumsverzögerung des typhusähnlichen Bacillus zu erbringen. Wie bei alten Culturen der wirklichen Typhusbacillen oder bei solchen, die auf ungünstigem Nährboden, bei niederer Temperatur gewachsen sind, so findet man auch bei dem typhusähnlichen Bacillus unter den hier geschilderten Umständen nicht mehr die normalen Wuchsformen (Kurzstäbchen beim Bacillus des menschlichen Abdominaltyphus, Ovalformen und Kurzstäbchen beim typhusähnlichen Bacillus), sondern Langstäbchen und Fadenformen.

Im obigen Falle wurden denn auch ausser Ovalformen meist blassgefärbte Stäbchen und lange, blasse Fäden constatirt. Blass aber färben sich diese Bacterien dann, wenn sie grössere Antheile ihres Inhalts ausgeschieden haben und nur noch geringe, vitale Eigenschaften besitzen infolge hohen Alters der Cultur, Wachsthumsverzögerung in schlechten Nährmedien etc.

b) Mikrococcus prodigiosus. Von der Gattung Mikrococcus wurde der lebenskräftige Mikrococcus prodigiosus verwendet, um die Einwirkung der 1 proc. Terpentin-Emulsion bei verschiedenen Concentrationsgraden auf denselben zu studiren. Da nun dieser Spaltpilz auch anaërob wächst und seine Cultur durch ihre schöne, rothe Farbe kenntlich ist, so wurde von der Strichcultur abgesehen und eine Stichcultur in der auf dieselbe Weise wie beim vorigen Versuch präparirten, diesmal aber aufrecht erstarrten Gelatine, angelegt und zwar von einer kräftigen Cultur des Mikrococcus prodig. von Kartoffel. Temperatur 22 ° C.

Schon nach 1 Tag zeigte sich auf den Röhrchen vom Mischungsverhältnis 10 ccm Gelatine : 2 ccm Emulsion eine ca. 3 mm hohe, verflüssigte Zone von schön rosarother Farbe. Die Gelatine selbst hatte durch den Zusatz der Terpentin-Emulsion opalisirendes Aussehen erhalten, doch konnte man noch deutlich, sogar in den tiefsten Schichten, rothe Colonien in recht kräftiger

Entwickelung sehen. Die Verflüssigung machte von Tag zu Tag mässige Fortschritte, die Colonien im Verlauf des Stichkanals wurden immer grösser und deutlicher sichtbar.

Bei den 2 Röhrchen vom Mischungsverhältnis 10 : 5 war nach 1 Tag eine 1 mm tiefe, verflüssigte Delle ohne Farbe zu bemerken; längs des Stichkanals erfolgte kein Wachsthum der durch ihre charakteristische Farbe nicht zu verkennenden Mikrococcen. Erst am 8. Tag hatte die inzwischen breiter und wenig tiefer gewordene Delle eine ausgesprochene rosarothe Farbe, während auch jetzt noch im Stichkanal weder von rothen Colonien noch von Verflüssigung irgend etwas zu bemerken war.

Auch auf den Röhrchen 10 ccm Gelatine : 10 ccm Emulsion war das Wachsthum nicht gänzlich verhindert worden. Am 1. Tag nach Anlegung der Stichcultur zeigte sich am Anfang des Stichkanals eine etwa linsengrosse, flache, farblose Delle, die auch im Verlauf sich kaum merklich vergrösserte und erst am 10. Tag einen blassröthlichen Schimmer bekam. Im Stichkanal selbst kein Wachsthum.

Es ist also in keinem Falle eine vollständige Aufhebung des Wachsthums eingetreten, wohl aber beim Mischungsverhältnis 10 : 10 und 10 : 5, d. h. bei 1 Theil Terpentin auf 200, resp. 300 Theile eine sehr bedeutende Behinderung auf der Oberfläche und gänzliche Aufhebung in allen folgenden Schichten der Gelatine. An der Oberfläche war es eben der günstige Einfluss des Sauerstoffs, welcher die Bacterien zu einer, wenn auch recht kümmerlichen Entwickelung mit erst spät auftretender Farbstoffproduction kommen liess.

c) Choleravibrio. Auch ein Repräsentant der Gattung Vibrio wurde zu Versuchszwecken herbeigezogen. Das Experiment wurde in derselben Weise angestellt, wie dies beim Mikrococcus prodigiosus beschrieben ist.

Erst nach 3 Tagen konnte man auf sämmtlichen Röhrchen eine kleine, nicht verflüssigende Delle wahrnehmen, die sich später rissartig, wahrscheinlich durch Austrocknung, erweiterte. Nur bei den Röhrchen vom Mischungsverhältnis 10 : 2 bildete

sich ein nicht verflüssigter Trichter. Im Uebrigen erfuhr die Gelatine während 12 Beobachtungstagen keine Veränderung mehr.

Interessant dürfte auch die Mittheilung des mikroskopischen Befundes sein. Es fanden sich nämlich meist gerade Wuchsformen, nur wenige Kommaformen, dagegen ziemlich viele lange gerade und gebogene Fäden, lauter Zeichen darniederliegender Lebensenergie.

d) Milzbrandsporen in 1proc. Terpentin-Emulsion. Im Anschluss an obige Experimente wurden mehrere Versuche mit Milzbrandsporen gemacht, die eine gewisse Zeit in 1 proc. Terpentin-Emulsion gelegen waren.

Hierzu wurden mit angetrockneten Milzbrandsporen bedeckte Seidenfäden in folgender Weise verwendet. Auf eine Platte 10proc. alkalischer Fleischwasser-Pepton-Gelatine wurden vor dem völligen Erstarren derselben von den Seidenfäden gelegt und zwar:

1. trockene Seidenfäden,
2. solche, die 24 Stunden in 1proc. Terpentin-Emulsion gelegen und zwischen sterilem Fliesspapier ausgepresst worden waren,
3. solche, die 24 Stunden in 1proc. Terpentin-Emulsion gelegen, in steriler 0,6proc. Kochsalzlösung abgespült und zwischen sterilisirtem Fliesspapier ausgepresst worden waren,
4. solche, die 24 Stunden in steriler 0,6proc. Kochsalzlösung bei niederer Temperatur gelegen und zwischen sterilem Fliesspapier ausgepresst worden waren,
5. dieselben, aber nicht zwischen sterilisirtem Fliesspapier ausgepresst.

Das Resultat dieser Versuchsanordnung war:

ad 1. zahlreiche Colonien allenthalben um die getrockneten Fäden;

ad 2. wenige Colonien, aber deutlich und sicher;

ad 3. sehr wenige Colonien:

ad 4. viele Colonien, aber doch weniger als bei 1.;

ad 5. ebenso.

Wiederholte Versuche ergaben das nämliche Resultat. Zu bemerken ist noch, dass bei 1, 4 und 5 die Entwickelung der Milzbrandbacillen eine gleichzeitige, bei 2 und 3 eine verzögerte war.

Als Ergebnis dieses Versuches ist also zu verzeichnen, dass 1proc. Terpentin-Emulsion nicht im Stande ist, nach 24stündiger Einwirkung das Auskeimen der Milzbrandsporen zu verhindern.

Dieses Resultat fand auch seine volle Bestätigung durch Thierversuche.

Einer kräftigen, weissen Maus wurden 2 je 2 cm lange, trockene, sporenbedeckte Seidenfäden unter eine Hauttasche gebracht. Die Maus starb nach 1 Tag; in der Milz fand sich eine enorme Menge Milzbrandbacillen.

Dieselbe Operation wurde bei einer anderen, ebenfalls gesunden und kräftigen Maus vorgenommen, dazu aber Seidenfäden verwendet, welche 24 Stunden in 1proc. Terpentin-Emulsion gelegen waren. Tags darauf starb die Maus; in der Milz zahlreiche Milzbrandbacillen. Ja, es zeigten sich bei diesem Impfverfahren mit weissen Mäusen sporenbedeckte Seidenfäden, die sogar 2 Tage in 1proc. Terpentin-Emulsion gelegen, noch wirksam.

2. Plattenmethode. Diese Untersuchungsmethode wurde für sämmtliche flüssige, ätherische Oele in einheitlicher Weise folgendermaassen durchgeführt.

Eine 10proc. alkalische Fleischwasser-Pepton-Gelatine wird verflüssigt, mit dem typhusähnlichen Bacillus inficirt und auf sterile, kalte Platte ausgegossen. Längere Zeit nach dem Erstarren wird in Kreuzform vermittelst eines durch Erhitzen zuvor steril gemachten Glasstabes von dem betreffenden Oele auf die Gelatine sachte aufgetragen und die Platte sodann jeweils unter einer im Innern mit feuchtem Papier ausgelegten Glasglocke aufbewahrt.

Selbstverständlich wurden stets Controlplatten gegossen.

Auf einer nach eben beschriebener Weise hergestellten Platte, mit Oleum Terebinth. in Kreuzform aufgetragen, zeigte sich unter der ganzen Breite des Oelstreifens und ca. 5—6 mm seitlich darüber hinaus keine Entwickelung der Keime. Die sonst auf

der Platte vorhandenen Colonien selbst waren klein und schlecht entwickelt und erholten sich auch nur wenig im Laufe der folgenden Tage, jedenfalls erreichten sie nicht die Grösse der Colonien auf der Controlplatte.

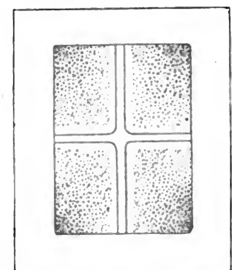


Fig. 2.

3. Röhrchenmethode mit directer und indirecter Einwirkung des Terpentins auf die (inficirte) Gelatine.

Zwei verflüssigte Gelatinen wurden mit dem typhusähnlichen Bacillus inficirt, auf die eine nach dem Erstarren der Gelatine 1 cm hoch Ol. Terebinth. gegossen, über die andere ein kleines Glasröhrchen mit Terpentin-Oel gehängt (vgl. Jodoformversuche) und die gut verschlossenen Gelatine-Röhrchen bei 22 ° C. aufgestellt. Auf dieselbe Weise wurde ein Versuch mit Choleravibrionen gemacht.

Es ergab sich für

a) *Typhusähnliche Bacillen* bei directem Aufgiessen: Gelatine 10 mm tief, frei von Colonien, die tieferen Schichten zeigen kleine CO_2-Blasen und Trübung durch zahlreiche Colonien.

Bei Einwirkung der blossen Dämpfe allenthalben Entwickelung.

b) *Choleravibrionen* bei directem Aufgiessen: Gelatine 15 mm tief frei, dann gleichmässig kleine Colonien.

Bei gasförmiger Einwirkung Colonien allenthalben gewachsen, jedoch Wachsthumsverzögerung.

Ueberblicken wir diese Ergebnisse der mit den verschiedenen Bacterien angestellten Versuche, so müssen wir das Terpentin-Oel als ein mässig kräftiges Antisepticum ansprechen. Die 1 proc. Terpentin-Emulsion kommt in ihrer Wirkung gegen Milzbrandsporen ungefähr der 4 proc. Carbolsäurelösung gleich.

Ferner haben wir bei:

Typhusähnlichen Bacillen energische Behinderung derselben bei Terpentingehalt der Gelatine von 1 : 600; Aufhebung des Wachsthums bei 1 : 300.

Mikrococcus prodigiosus, kräftige Behinderung bei 1 : 300; Aufhebung, wenn Sauerstoff-Mangel bei 1 : 300, ausserdem selbst nicht bei 1 : 200.

Choleravibrio, kräftige Behinderung bei 1 : 600; Aufhebung noch nicht erreicht bei 1 : 200.

Eucalyptus-Oel.

1. Versuche mit Emulsion. In derselben Weise, wie bei den Versuchen mit Terpentin-Emulsion, wurde die 1 proc. Eucalyptol-Emulsion (Eucalyptol 1,0; Spirit. sapon. 10,0; Aq. dest. 90,0) in ihrer Wirkung gegen den typhusähnlichen Bacillus geprüft.

Es ergab sich, dass auf sämmtlichen Röhrchen mit den nämlichen 3 Abstufungen im Mischungsverhältnis wie oben, Colonien, wenn auch verzögert und weniger kräftig, aufgewachsen waren.

2. Plattenmethode. Eine mit typhusähnlichen Bacillen inficirte Gelatine wurde auf eine kalte, sterile Platte gegossen und nach dem Erstarren mit Eucalyptol in Kreuzform bestrichen.

Es entwickelten sich weder unter dem Oelstrich noch sonst auf der Gelatine Colonien. Dieses stark riechende Oel war also im Stande, schon durch seine Dämpfe das Wachsthum der Bacillen zu verhindern.

3. Röhrchenmethode. Um die directe Einwirkung von Eucalyptol auf die Gelatine zu prüfen, wurden in analoger Weise, wie dies oben mitgetheilt ist, Röhrchenversuche mit typhusähnlichen Bacillen und Choleravibrionen in 10 % Gelatine ausgeführt.

Dabei ergab sich für

a) *typhusähnliche Bacillen* bei directem Aufgiessen: Gelatine 9 mm hell, davon die oberen 3 mm ganz ohne Colonien, die unteren 6 mm mit einzelnen grossen Colonien.

Bei Einwirkung der blossen Dämpfe reichliche Colonien bis oben und auf der Oberfläche.

b) *Choleravibrionen* bei directem Aufgiessen: 15 mm, die Gelatine frei mit einigen grösseren Colonien im untersten Theile; sämmtliche 15 mm opalescirend.

Bei Einwirkung der Dämpfe Entwickelung bis oben, jedoch schwächer werdend.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass Bestandtheile des Eucalyptols ziemlich tief in die Gelatine hineindiffundiren, und dort eine starke, vegetationsbehindernde Wirkung üben.

Pfeffermünz-Oel.

Dieses Oel, welchem man a priori eine nicht unbedeutende Wirksamkeit gegen Spaltpilze vindiciren möchte, erfüllte diese Erwartungen nicht. Vor Allem erwies sich die 1 proc. Emulsion als fast ganz wirkungslos. Bei der Mittheilung der Versuche beschränke ich mich deshalb auf die Platten- und Röhrchenmethode.

Beim Plattenculturverfahren mit dem typhusähnlichen Bacillus wuchsen mit beinahe unmerklicher Verzögerung die Colonien ausserhalb des Oelkreuzes; nur in der allernächsten Nähe der Ränder, etwa 1—1,5 mm davon entfernt, sowie unter den Oelstrichen selbst, war eine Behinderung, nirgends aber eine Aufhebung des Wachsthums der Colonien zu bemerken.

Die Röhrchenmethode ergab für

a) *typhusähnlichen Bacillus* bei directem Aufgiessen des Oeles Gelatine 1 mm hell. Bei Einwirkung blosser Dämpfe Colonien bis oben, auch auf der Oberfläche reichlich.

b) *Choleravibrionen* bei directem Aufgiessen Gelatine 7 mm frei, davon die 2 oberen mm hell, die 5 unteren opalescirend. Die Dämpfe konnten kräftige Entwickelung bis oben nicht hindern.

Rosmarin-Oel.

Eine weit grössere antiseptische Wirkung als Pfeffermünz-Oel besitzt Rosmarin. Die Plattenmethode führte zu dem Ergebnis, dass auf der ganzen Gelatine, auch auf denjenigen Theilen, welche nicht mit dem Oele in Berührung gekommen, jegliches Wachsthum aufgehoben blieb. Die Röhrchenmethode ergab für

a) *typhusähnliche Bacillen* bei directem Aufgiessen Gelatine 3—4 mm hell, davon die untere Hälfte mit einzelnen etwas grösseren Colonien. Bei Einwirkung der blossen Dämpfe dagegen reichliche Entwickelung bis oben.

b) *Choleravibrio* bei directem Aufgiessen 10 mm frei, davon 4 mm ganz hell, 6 mm opalescirend. Bei Einwirkung der Dämpfe kräftige Entwickelung bis oben.

Lavendel-Oel.

Ein gegen den typhusähnlichen Bacillus ungemein kräftiges Mittel ist das Lavendelöl. Die Plattenmethode zeigte Aufhebung des Wachsthums auf der ganzen Platte. Das Resultat der Röhrchenmethode ist für

a) *typhusähnliche Bacillen* bei directem Aufgiessen Gelatine 7 mm hell, davon die untere Hälfte mit einzelnen grossen Colonien. Bei Einwirkung der Dämpfe ging die Entwickelung bis oben, auf der Oberfläche jedoch schwache Entwickelung.

b) *Choleravibrio* bei directem Aufgiessen Gelatine 10 mm frei, davon 3 mm ganz hell, 7 mm opalescirend. Dämpfe: Entwickelung gegen oben bedeutend schwächer. Die Oberfläche und eine Schicht von 1 mm scheint ganz frei.

Die bisher besprochenen ätherischen Oele haben, mit Ausnahme des Ol. Menth., eine entschieden nicht unbeträchtliche antiseptische Kraft, welche durch das nicht unbedeutende Diffusionsvermögen an praktischer Bedeutung gewinnt in dem Eingangs dieses Kapitels angeführten Sinne.

Es folgen nun ätherische Oele von geringerem antiseptischem Werth, bei denen deshalb auch nur eine Art der Prüfung, die Plattenmethode, zur Anwendung kam. Den vorhergehenden am nächsten stehend ist das

Nelken-Oel.

Die Gelatine-Platte zeigte sowohl unter dem Oelkreuz als auch bis zu 5—6 mm vom äusseren Rand desselben keine Vegetationen des typhusähnlichen Bacillus. Im Uebrigen waren die

sämmtlichen Colonien sehr klein, an manchen Stellen mit blossem Auge kaum zu sehen und offenbar in ihrer Entwickelung geschädigt.

Thymian-Oel.

In den vom Oele nicht berührten Theilen ist die Platte mit sehr gut entwickelten Colonien besetzt, unter den Oelstreifen und in deren nächster Umgebung (bis zu 2 mm vom Rand des Oelstriches) weniger und kleinere Colonien.

Anis-Oel.

Unter dem Oelstrich selbst keine Entwickelung. Behinderung und theilweise Aufhebung des Colonienwachsthums 2—3 mm vom äusseren Rand des Oelkreuzes. Uebrigens blieben die Colonien auf den anderen Theilen der Gelatine etwas kleiner als auf der Controlplatte.

Fenchel-Oel.

Verzögerung des Wachsthums unter und unmittelbar neben dem Kreuze, die entfernteren Colonien gleich denen auf der Controlplatte kräftig entwickelt.

Juniperus-Oel.

(Schwächstes ätherisches Oel.) Colonien allenthalben gewachsen, sogar unter dem Oelkreuz, wenn auch etwas verzögert.

Es erübrigte noch, im Anschluss an die bisher erwähnten flüssigen ätherischen Oele auch mit einem festen ätherischen Oel, mit Campher, Experimente anzustellen. Der

Campher,

als antiseptisches Mittel in Form von Salben, Verbandpulvern, Einreibungen u. s. w. verwendet, löst sich nur sehr schwer in gewöhnlichem Wasser (1 : 1300), etwas besser in kaltem Wasser. Er verhindert das Auftreten von Schimmelpilzen, weshalb man ihn z. B. Morphiumlösungen gerne zusetzt.

Um nun sein Verhalten Spaltpilzen gegenüber genauer zu studiren, wurde eine sorgfältig filtrirte Lösung von Campher in

kaltem Wasser verwendet und davon 6 verflüssigten Gelatinen zugesetzt in den früher erwähnten Verhältnissen von 10 ccm Gelatine: 10, 5, 2 ccm Campherlösung. Nach genauem Mischen und Erstarren der Flüssigkeit wurde eine Stichcultur mit dem Mikrococcus prodigiosus direct von einer Kartoffelcultur angelegt und die Röhrchen bei 22° C. aufgestellt.

Schon nach 1 Tag sah man nach Maassgabe der Mischungsverhältnisse Verflüssigung und zwar beim Mischungsverhältnis 10 : 10 eine kleine verflüssigte Delle; bei 10 : 5 einen verflüssigten Trichter von 4 mm Durchmesser an der Oberfläche der Gelatine und ca. 3 mm Tiefe; bei 10 : 2 einen verflüssigten Trichter von 5 mm Durchmesser und 5 mm Tiefe.

Die antiseptische Wirkung des Campherwassers, wenigstens dem Mikrococcus prodigiosus gegenüber, ist somit eine sehr geringfügige.

Möge es gestattet sein, im Anschluss an die voraufgegangenen Versuche über ätherische Oele in Kürze noch einige Mittheilungen zu machen über einige Stoffe, welche theils wegen ihrer Neuheit, theils wegen ihrer gerühmten antibacteriellen und antiparasitären Eigenschaften wohl einiges Interesse verdienen.

Jodol.

Das Ergebnis der Jodoformversuche, wonach dies von den Chirurgen so hoch geschätzte Mittel nur als schwaches Antisepticum anzusehen ist mit bis jetzt einzig bekannter Ausnahme seiner Wirkung gegen den Koch'schen Choleravibrio, dem gegenüber es sich als kräftiges Antisepticum bewährte, legte es nahe, auch mit dem in neuerer Zeit so warm empfohlenen Jodol Versuche anzustellen.

Wenn wir nun schon von vorneherein zur Annahme neigten, dass das geruchlose und weniger Jod enthaltende Jodol in seiner antiseptischen Kraft hinter dem Jodoform stehen werde, so waren wir doch geradezu überrascht, es als ein gegen Spaltpilze völlig indifferentes Pulver kennen zu lernen. Es wurden folgende Versuche angestellt.

Eine 10proc. alkalische Fleischwasser-Pepton-Gelatine wurde verflüssigt, mit dem typhusähnlichen Bacillus inficirt, auf sterile kalte Platte gegossen und vor dem Erstarren mit Jodol bestreut. Auf dieselbe Weise wurde eine Gelatine mit Choleravibrio inficirt und mit Jodol gemischt, auch wurden Controlplatten angelegt. Temperatur 22 ° C.

Bereits nach 1 Tag konnte man auf beiden inficirten Platten Colonien zählen, die weder bezüglich der Grösse noch ihrer Anzahl hinter den auf den Controlplatten gewachsenen zurückgeblieben waren und sich auch in der Folge gleicherweise entwickelten. Die einzelnen Colonien lagen dicht bei und um die Jodolpartikelchen, die mikroskopischen Präparate wiesen von beiden Bacterienarten normale Wuchsformen auf.

Das Jodol hat also selbst gegen die so empfindlichen Vibrionen der Cholera asiatica die Rolle eines indifferenten Fremdkörpers gespielt, seine antibacterielle Wirkung ist eine das Wachsthum der Spaltpilze weder verzögernde noch aufhebende, sondern einfach gleich Null zu setzen.

Damit soll jedoch natürlich nicht ausgesprochen sein, dass dieses neue, für den thierischen Organismus als unschädlich gepriesene Ersatzmittel des Jodoforms im Contact mit den lebenden Zellen des Organismus sich nicht möglicherweise in anderer Richtung als nützlich bewähren kann.

Balsamum Peruvianum.

Der durch seine antiparasitären Eigenschaften bekannte Peru-Balsam wurde einer Prüfung unterzogen bezüglich seines Verhaltens gegen Spaltpilze und zwar gegen die Choleravibrionen und die typhusähnlichen Bacillen.

1. Choleravibrio. Zu diesem Ende wurden 3 mit Choleravibrionen inficirte Gelatinen auf kalte, sterile Platten gegossen und nach dem Erstarren 1 Platte mit Peru-Balsam in Kreuzform bestrichen und gemeinschaftlich mit der zweiten, auf welcher sich kein Balsam befand, unter derselben Glocke bei 22 ° C. aufgestellt. Die 3. Platte diente zur Controle.

Auf der ganzen ersten Platte gingen überhaupt keine Colonien auf, auf der zweiten, dem Dunst des Balsams ausgesetzten Platte entwickelten sich erst nach 3 Tagen zahlreiche, äusserst kleine Colonien, welche wohl nach Ablauf weiterer Tage eine kleine Wachsthumszunahme erkennen liessen, ohne aber je wieder volle Lebensenergie zu erlangen.

Die Controlplatte dagegen war mit sehr vielen, schon nach 2 Tagen die Gelatine verflüssigenden, Colonien besetzt.

2. Typhusähnlicher Bacillus. Ein auf die gleiche Weise wie mit Vibrio Koch. angestellter Versuch führte für den typhusähnlichen Bacillus zu wesentlich verschiedenem Ergebnis.

Hier war kein Unterschied zwischen der separirten Controlplatte und der dem Balsamgeruch ausgesetzten Platte betreffs der Zahl und Grösse der Colonien. Dagegen zeigte die mit einem Kreuz von Balsamum Peruvianum versehene Platte Aufhebung des Wachsthums unter dem Balsamstreifen und bis zu 8 mm vom Rand desselben. Dann folgten kleine, dünngesäte Colonien, die aber dann mit weiterer Entfernung vom Balsam immer grösser und dichter wurden und schliesslich dasselbe Aussehen boten wie die auf der Controlplatte.

Entschieden aber das lehrreichste Bild bot eine Platte, auf welche die mit Balsamum Peruvianum gemischte Gelatine gegossen war. Hier lag derselbe, da er sich mit der verflüssigten Gelatine nicht inniger mischen lässt, in Gestalt von grösseren und kleineren Tropfen in der starren Gelatine eingeschlossen. Betrachtete man makroskopisch die Platte, so sah man da, wo nur wenige und kleine Balsamtropfen lagen, viele, mehr weniger gut entwickelte Colonien; häuften sich aber an einer Stelle grössere und kleinere Tropfen an, so war nichts gewachsen.

Mikroskopisch liess sich deutlich erkennen, dass an einem solchen Balsamtropfen direct keine Colonien lagen, ja, dass überhaupt in einem gewissen Umkreis keine Vegetationen zur Entwickelung gekommen waren, bis dann, über diesen Dunstkreis hinaus, erst wenige, sehr kleine, dann immer grössere und kräftigere Colonien auftraten.

Es kommen also dem Peru-Balsam ausser seinen antiparasitären auch nicht unbeträchtliche antibacterielle Eigenschaften zu, besonders energisch ist seine Wirkung gegen Choleravibrionen. Der antiseptisch wirkende Bestandtheil dürfte vermuthlich die Zimmtsäure sein.

Natrium sulfo-ichthyolicum.

Diese schwarze, theerartige Masse, von Unna hauptsächlich gegen Gelenkrheumatismus und bei Hautaffectionen empfohlen, ist in allen Verhältnissen in Wasser löslich. Ich prüfte die Wirkung gegen Spaltpilze, indem ich mit einer 5 proc. wässerigen Lösung 6 Röhrchen verflüssigter Gelatine in den Verhältnissen von 10 ccm Gelatine : 10, 5 und 2 ccm Lösung versetzte, nach sorgfältiger Mischung schief erstarren liess und eine Strichcultur des typhusähnlichen Bacillus anlegte. Temperatur 22 ° C.

Nach Verlauf von 2 Tagen waren in sämmtlichen Röhrchen vom Strich aus Vegetationen zu sehen, welche bei 10 ccm Gelatine : 10 ccm Lösung ziemlich schwach, bei 10 : 5 etwas kräftiger und bei 10 : 2 mit beinahe voller Wachsthumsintensität zur Entwickelung gelangt waren.

Die 5 proc. wässerige Lösung von Natrium sulfo-ichthyolicum hat also den Effect, das Wachsthum dieses Spaltpilzes zu verzögern, aber nicht zu verhindern. Die Wuchsformen des typhusähnlichen Fäulnisbacillus blieben die normalen und die Lebensenergie der von dieser Misch-Gelatine auf Fleischwasser-Agar übergezüchteten Infectionsmasse war in keiner Weise alterirt worden.

Anilin-Oel.

Auch mit Anilinöl (resp. Anilin), von welchem man weiss, dass es eine Bedeutung als Antisepticum hat, wurden gleicherweise wie bei Natrium sulfo-ichthyolicum Versuche angestellt, und zwar nicht mit dem Anilinöl in Substanz, sondern mit sog. Anilinwasser. Dasselbe wurde durch Schütteln von Anilinöl mit destillirtem Wasser bis zur Sättigung und Filtriren durch angenetztes Filter hergestellt.

Resultat: Auf sämmtlichen 6 Röhrchen war auch nicht eine Spur von Entwickelung des typhusähnlichen Bacillus zu bemerken.

Dieser Versuch lehrt, dass wir im Anilin ein antiseptisches Mittel von bemerkenswerther Kraft besitzen.

III. Das Eindringen gasförmiger Körper in Gelatine.

Im Anschluss an die sub I berichteten Röhrchenversuche mit Jodoform wurden Diffusionsversuche mit verschiedenen flüchtigen antiseptischen Mitteln ausgeführt und dabei jeweils der Choleravibrio und der typhusähnliche Bacillus als Infectionsmaterial benutzt. Diese Experimente bezweckten, den antiseptischen Werth der betreffenden Substanzen resp. ihrer flüchtigen Theile kennen zu lernen und zu untersuchen, wie die Gelatine sich gegenüber den verschiedenen Dämpfen verhält und von welchen Bedingungen es abhängt, ob dieselben mehr oder weniger tief eindringen.

Die Versuche wurden auch hier in der Weise vorgenommen, dass über der mit dem Infectionsmaterial gemischten und wieder erstarrten 10 proc. alkalischen Fleischwasser-Pepton-Gelatine kleine Glasröhrchen mit der zu untersuchenden Substanz aufgehängt blieben. Die Gelatine-Röhrchen wurden selbstverständlich mit Wattepfropfen möglichst gut verschlossen; war die zu untersuchende Substanz eine ganz besonders starkflüchtige, so dass nach kurzer Zeit der ganze Inhalt des Gläschens verdunstete, so wurde von Zeit zu Zeit nachgegossen. Ebenso wurden Flüssigkeiten, in welchen das wirkende Agens nur absorbirt war, in passenden Zwischenräumen erneuert.

Die Versuchs- und Control-Röhrchen standen immer im Wärmekasten von 22 ° C.

Allylsenf-Oel.

a) Vibrio Koch. Die Gelatine von der Oberfläche bis zu 20 mm Tiefe hell und klar, hierauf folgt der getrübte, mit kleinen Colonien durchsetzte untere Theil derselben. Die Colonien zeigten auch im Verlaufe nur unmerkliches Wachsthum.

b) Typhusähnlicher Bacillus. In der ganzen Gelatine keine Entwickelung. Das Controlröhrchen dagegen zeigt in allen Theilen zahlreiche Blasen, es sind dies die früher erwähnten Kohlensäureblasen infolge von Gärungsvorgängen in der inficirten Gelatine.

Sublimat in Substanz.

Dieses nur wenig flüchtige, aber so ausserordentlich starke Antisepticum zeigte bei dieser Versuchsanordnung keinerlei Wirkung sowohl gegen den Vibrio Koch. als gegen den typhusähnlichen Bacillus. Die Dampfentwickelung bei 22 ° C. scheint demnach eine minimale.

Cyankalium.

a) Vibrio Koch. Oberfläche der Gelatine ohne Colonien, überhaupt 5 mm tief nichts gewachsen, Gelatine hell. Der übrige Theil der Gelatine allenthalben mit Colonien durchsetzt.

b) Typhusähnlicher Bacillus. Bis zu 12 mm Tiefe Aufhebung des Wachsthums, Gelatine hell, keine Gasbildung. Die tieferen Theile mit zahlreichen kleinen Gasblasen durchsetzt.

Essigsäure, concentrirte.

a) Vibrio Koch. Gelatine 5 mm tief, klar, von da ab der Rest gleichmässig mit Colonien durchsetzt.

b) Typhusähnlicher Bacillus. Gelatine durchaus mit Gasblasen angefüllt; auf der Oberfläche, die infolge der Kohlensäureentwickelung kuppenartig gewölbt erscheint, traten nach 2 Tagen mässig zahlreiche Colonien auf.

Trichloressigsäure.

Gegen beide Spaltpilzarten keinerlei antiseptische Wirkung.

Salzsäure, reine.

a) Vibrio Koch. Gelatine durchaus gleichmässig mit kleinen Colonien durchsetzt, auf der Oberfläche selbst wenige Colonien. Diese geringe Wirkung der Salzsäuredämpfe gegenüber der oft so starken anderer hier geprüfter Substanzen ist sehr auffallend.

b) Typhusähnlicher Bacillus. Mächtige Gasentwickelung in der ganzen Gelatine, Oberfläche gehoben und mit zahlreichen Colonien bedeckt.

Schwefelkohlenstoff.

a) Vibrio Koch. In der ganzen Gelatine keine Entwickelung.

b) Typhusähnlicher Bacillus. Gelatine 27 mm tief ohne Colonien.

Chloroform.

a) Vibrio Koch. Gelatine 15 mm tief hell, hierauf zahlreiche kleine Colonien.

b) Typhusähnliche Bacillen. 12 mm tief nichts gewachsen, dann folgt Blasenbildung.

Carbolsäure, 90 proc.

a) Vibrio Koch. Oberfläche ohne Colonien, überhaupt bis zu einer Tiefe von 3 mm Aufhebung des Wachsthums. Dann folgt gleichmässige Aussaat kleiner Colonien.

b) Typhusähnlicher Bacillus. Zahlreiche Colonien auf der gehobenen Oberfläche, kräftige Gasentwickelung.

Anilin-Oel.

Ohne jede Wirkung gegen beiderlei Bacterien.

Lavendel-Oel.

Von den ätherischen Oelen ist das Lavendel-Oel das einzige, welches durch Diffusion seiner Dämpfe in die Gelatine die Entwickelung auf eine kurze Strecke aufzuheben vermag, während die diesbezüglichen Versuche mit Rosmarin-Oel, Eucalyptol und Terpentin, den stärksten ätherischen Oelen, in ihrer Wirkung gegen Spaltpilze ein negatives Resultat ergaben.

Ammoniak.

a) Choleravibrio. Keine Entwickelung. Gelatine wird trübe.

b) Typhusähnlicher Bacillus. Keine Entwickelung. Gelatine fortschreitend trübe.

Bei diesem Versuch mit Ammoniak ist nun nicht sowohl die grosse antibacterielle Wirkung der Dämpfe, sondern vielmehr der Diffusionsvorgang an sich von grösstem Interesse.

Hängt man über eine 10 proc. alkalische Fleischwasser-Pepton-Gelatine, die schon mehrere Tage gestanden hat und daher an der Oberfläche ein wenig trocken geworden ist, ein Gläschen mit Ammoniakflüssigkeit auf, so bemerkt man absolut keine Veränderung in der Gelatine. Verflüssigt man jedoch vorher die Gelatine und lässt dieselbe vor dem Einhängen des Gläschens mit Ammoniakflüssigkeit wieder erstarren, so tritt schon nach 1 Stunde eine 4 mm tiefe Trübung der Gelatine ein, die stündlich weiter schreitet, wobei jedoch, wie zu erwarten, das Tempo des Eindringens immer langsamer wird.

Ein so angestellter und beständig beobachteter Versuch ergab, bei 12° C. und einem Abstand der Mündung des Ammoniakröhrchens von der Gelatine von 3 cm, ein Eindringen der Dämpfe

nach	1 Tag	. . .	26 mm tief
„	2 Tagen	weitere	11 „ „
„	3 „	„	8 „ „
„	4 „	„	7 „ „
„	5 „	„	5,5 mm tief,

also 57,5 mm in 5 Tagen.

Diese Trübung rührt davon her, dass unter der Einwirkung der Ammoniakdämpfe die in der Gelatine gelösten Salze von phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Magnesia ausgeschieden werden. Anfangs nun bewirken diese Salze eine homogene Trübung; nach einiger Zeit sieht man dieselbe sich aufhellen, während gleichzeitig viele feine und kleine Krystalle in Nadelform allenthalben ausfallen. Während also in den tieferen Schichten die Trübung fortschreitet, hellen sich successive die oberen Schichten auf unter Ausscheidung von Krystallen. Diese selbst aber behalten merkwürdigerweise nur in der obersten, 4 mm tiefen Schichte, ihre ursprüngliche Gestalt und Grösse bei, wo sie als kleine, in Kreuzform angelegte weisse Krystalle massenhaft liegen; in den darauffolgenden Lagen werden die Kreuzformen

immer grösser, die Zahl der Krystalle immer kleiner. Die Balken des Kreuzes sind hier gefiedert.

Dass bei dem Eindringen der Dämpfe der untersuchten Antiseptica in Gelatine hauptsächlich der Grad der Flüchtigkeit der betreffenden Verbindung eine Rolle spielt, und ferner die Grösse des Moleculargewichts, diese Annahme erscheint von vorneherein zweifellos. Aber die Art, wie diese beiden Factoren wirken, und welche Bedingungen sonst noch im einzelnen Falle concurriren, dies lässt sich bis jetzt unmöglich angeben. Jedenfalls erscheint nur das eine sicher, dass die Grösse des Moleculargewichts für sich allein nicht entscheidend sein kann. Wahrscheinlich spielt die Flüchtigkeit eine wichtigere Rolle.

So sehen wir, dass starkflüchtige Stoffe wie Schwefelkohlenstoff und Allylsenföl sehr tief eindringen, während andere Stoffe wie Cyankali und Essigsäure trotz ihres kleineren Atomgewichtes infolge ihrer geringeren Verdunstungsfähigkeit viel weniger tief diffundiren.

Dass andererseits ein hohes Moleculargewicht kein Hindernis bietet für relativ starke Diffusionsvorgänge, beweist vor allem das Jodoform, dessen Dämpfe 5—10 mm tief in die Gelatine eindringen, gerade so weit, als die Dämpfe der Essigsäure, deren Atomgewicht 6½ mal kleiner ist.

Resumiren wir in Kürze die Resultate, zu denen wir durch diese Versuche gelangt sind, so hat sich ergeben:

1. Jodoform verhält sich gegenüber den verschiedenen Spaltpilzen entweder als beinahe indifferentes Pulver oder als schwaches Antisepticum; gegen Choleravibrionen dagegen tritt es als kräftiges Antisepticum auf, seine Dämpfe schon verhindern das Wachsthum und zwar in 10proc. Gelatine bis zu einer Tiefe von 5—10 mm.

2. Terpentinöl in 1 proc. Emulsion wirkt kräftig behindernd auf Bacterienvegetationen. Nährgelatine mit Terpentinzusatz 1 : 200 ist für Spaltpilzentwickelung ungeeignet. Dagegen vermag 1 proc. Terpentinemulsion Milzbrandsporen nicht zu tödten. Terpentin

in Substanz wirkt kräftig antiseptisch, dringt, auf 10 proc. Gelatine aufgetragen, bis zu 15 mm in dieselbe und verhindert soweit jede Entwickelung.

3. Lavendel-, Eucalyptus-, Rosmarin-Oel sind von den übrigen ätherischen Oelen die antiseptisch wirksamsten, doch lassen sich von ihnen keine antiseptisch wirksame Emulsionen herstellen. In Substanz wirken diese Oele kräftig antiseptisch. Lavendel- und Rosmarinöl dringen bis zu 10, Eucalyptusöl bis zu 15 mm in 10 proc. Gelatine und verhindern soweit jede Vegetation.

4. Von den übrigen ätherischen Oelen besitzt das Nelkenöl noch die grösste antiseptische Kraft. Alle anderen, wie Thymian-, Fenchel-, Pfeffermünz-, Anis-, Juniperus-Oel und Campher sind als Antiseptica von untergeordneter Bedeutung.

5. Jodol hat sich als ein gegen Bacterien unwirksames, geradezu indifferentes Pulver erwiesen.

6. Peru-Balsam ist ein ziemlich kräftiges Antisepticum, besonders energisch wirkt er gegen den Choleravibrio. Auf 10 proc. Gelatine aufgetragen dringen Bestandtheile des Perubalsam bis zu 8 mm Tiefe in die Gelatine und verhindern soweit jede Vegetation.

7. Natrium sulfo-ichthyolicum in 5 % wässeriger Lösung wirkt äusserst schwach antiseptisch.

8. Anilin resp. gesättigtes Anilinwasser ist ein Mittel von hervorragender antiseptischer Bedeutung. 10 proc. Gelatine mit Zusatz von 1/5 Anilinwasser ist zur Ernährung von Bacterien ungeeignet.

9. Die Versuche über das Eindringen gasförmiger Antiseptica in Gelatine haben gezeigt, dass die Gelatine keine starre Masse ist, sondern dass in ihr eigenartige und ausgedehnte Diffusionsvorgänge auftreten. Diese Methode ist werthvoll zum Studium der Wirkungsweise gasförmiger Antiseptica, die sich mit Hilfe derselben auf das genaueste und anschaulichste verfolgen lässt. Am stärksten diffundirend erwiesen sich die Dämpfe des Ammoniaks und des Schwefelkohlenstoffs, welche die ganze Gelatineschichte von ca. 50 mm durchdrangen, dann jene des Allylsenföls (20 bis

50 mm), des Chloroform (bis 15 mm), dann die Dämpfe des Jodoforms, Cyankaliums und der concentrirten Essigsäure. Die Dämpfe der Carbolsäure, Salzsäure und Trichloressigsäure zeigten eine sehr unbedeutende Diffusionsfähigkeit.

Schliesslich sei es mir gestattet, dem Herrn Stabsarzt und Privatdocenten Dr. Hans Buchner für seine vielfache Unterstützung bei dieser Arbeit meinen besten Dank auszusprechen.

340

Ueber die Züchtung von Typhusbacillen in gefärbten Nährlösungen.

Von

Prof. Dr. Birch-Hirschfeld
in Leipzig.

(Mit Taf. V.)

Bei Untersuchungen über die Entwickelung der von Koch entdeckten Kommabacterien der asiatischen Cholera im hängenden Tropfen machte Verfasser die Beobachtung, dass diese Mikroorganismen gewisse Anilinfarbstoffe nicht nur lebend aufnehmen, ohne ihre lebhafte Beweglichkeit zu verlieren, sondern auch sich in gefärbten Nährlösungen fortentwickeln. Weitere Beobachtungen zeigten bald, dass auch andere Spaltpilze ein gleiches Verhalten bieten. Seit nahezu drei Jahren hat Verfasser die Züchtung von Bacterien im gefärbten hängenden Tropfen zur Demonstration verwendet und die Erfahrung gemacht, dass diese Methode entschiedene Vortheile bietet, da die Möglichkeit, lebende und bewegliche Spaltpilze gesättigt zu färben, das Auffinden derselben und die genaue Wahrnehmung ihrer Form, namentlich den weniger Geübten, erleichtert und ausserdem zweifellos die Form und Grössenverhältnisse der Bacterien bei den üblichen Färbungen von Trockenpräparaten oft nicht unwesentlich verändert werden. Im Verlauf der weiteren Beschäftigung mit dieser Methode zeigte sich aber noch, dass die Beobachtung in gefärbten Nährlösungen gezüchteter Bacterien über die morphologischen Veränderungen derselben und namentlich auch über die Vorgänge bei der Sporenbildung besser Aufschluss gibt als die Untersuchung an ungefärbten oder in Trockenpräparaten gefärbten Bacterien zu bieten

vermag. Endlich mag noch darauf hingewiesen werden, dass auf Grund bezüglicher, hier nicht näher zu besprechender Versuche angenommen werden darf, dass diese Färbungsmethode auch für gewisse, experimentell zu beantwortende Fragen Verwendung finden kann, namentlich in Bezug auf den Verbleib des ursprünglichen in das Gewebe oder in die Blutbahn eingebrachten krankmachenden Spaltpilze.

Ehe auf die nähere Beschreibung der Methode eingegangen wird, erscheint es geboten, die Frage aufzuwerfen, ob die Fähigkeit lebender Bacterien, Farbstoffe aufzunehmen, bereits durch anderweite Beobachtung bekannt ist. Die meisten der dem Verfasser zugänglichen bacteriologischen Arbeiten machen in dieser Richtung keine positiven Angaben oder sie heben selbst ausdrücklich hervor, dass die lebenden Spaltpilze Farbstoffe nicht aufnehmen. Nur in dem bekannten Handbuch von Cornil und Babes[1]) findet sich die Angabe, dass die Färbung lebender Bacterien für das Studium derselben im frischen Zustand und für die Messungen ihrer Grössenverhältnisse zu empfehlen sei, auch wird dort hervorgehoben, dass z. B. die Kommabacillen der Cholera trotz der Färbung fortleben und sich fortentwickeln. Als Farbstoff für diese Untersuchung wird das Methylviolett empfohlen. Obwohl die ebengenannten Verfasser hervorheben, dass dieses Studium lebend gefärbter Bacterien sehr exacte Aufschlüsse über ihre Physiologie und ihre Lebensweise in den Culturen gewähre, so finden sich doch in ihren Angaben keine Beweise, dass sie diese Methode weiter ausgebildet und systematisch für Entwickelungsfragen verwerthet hätten.

Verfasser hat unabhängig von der eben besprochenen Notiz die Züchtung von Bacterien in gefärbten Nährlösungen für mehrere und zwar vorzugsweise für krankmachende Spaltpilze angewendet; hier soll nur auf das Verhalten der beim Abdominaltyphus in den Erkrankungsherden der Darmwand, den Lymphdrüsen, der Milz in frischen Fällen nahezu constant nachweisbaren Stäbchenbacterien, die man kurzweg als »Typhusbacillen«

1) Les Bactéries, deuxième édition, Paris 1866 p. 72.

zu benennen pflegt, näher eingegangen werden, weil sich an diesem Beispiele gut zeigen lässt, dass die Methode für die Entscheidung einer bis dahin streitigen biologischen Frage ein sicheres Resultat ergibt. Nur in einem Punkt möchte doch auf Versuche mit Milzbrandbacterien Bezug genommen werden, weil hier der experimentelle Beweis, dass selbst sehr stark gefärbte Bacterien ihre krankmachende Wirksamkeit nicht verlieren, geführt werden konnte, während bei der wenig charakteristischen Virulenz der Typhusbacillen für Thiere in Bezug auf diese Spaltpilze ein gleich klares experimentelles Ergebnis nicht erwartet werden konnte.

Eine sehr intensive Färbung lebender Milzbrandbacillen erhält man, wenn man Reinculturen der letzteren in 5 proc. Fleischwasser-Pepton-Gelatine verimpft, welcher auf 6 ccm 1 ccm einer 1 proc. wässerigen Lösung von Fuchsin oder Methylenblau zugesetzt wurde, wenn man die Cultur zweimal vierundzwanzig Stunden im Brutofen bei 35 bis 40° C. verweilen lässt. In der natürlich verflüssigten Gelatine senken sich die Bacillenmassen als ein schwarzrother resp. dunkelblauer Schlamm zu Boden. In diesem Sediment findet man bei mikroskopischer Untersuchung die Bacillen ausnahmslos sehr stark gefärbt. Eine minimale Menge des gefärbten Schlammes in der üblichen Weise in die Schwanzwurzel von weissen Mäusen verimpft führte in vierundzwanzig Stunden in durchaus gleicher Weise wie die ungefärbte Urcultur den Tod der Versuchsthiere herbei, und es fanden sich im Blut, namentlich aber in der Milz der mit gefärbten Bacillen inficirten Mäuse sehr reichliche, ungefärbte Milzbrandbacillen.

Die Culturen von Typhusbacillen, welche das Material für die hier zu besprechenden Beobachtungen lieferten, stammten von zwei im Leipziger pathologischen Institut zur Section gekommenen Fällen von Abdominaltyphus, von denen der eine in der dritten Krankheitswoche, der andere gegen Ende der zweiten Krankheitswoche tödlich verlaufen war; in dem ersten Falle ergab die wenige Stunden nach dem Tode ausgeführte Abimpfung bereits eine Reincultur, im zweiten Falle wurde eine solche durch Anwendung des Koch'schen Plattenverfahrens gewonnen. Es mag noch bemerkt werden, dass die Culturen alle Eigenschaften dar-

boten, welche seit Gaffky's Typhusarbeit für die Typhusbacillen als eigenthümlich gelten, namentlich zeigten auch die Kartoffelculturen das von dem genannten Autor zuerst beschriebene Verhalten.

Zur Herstellung des zur längeren Beobachtung bestimmten hängenden Tropfens wurden in der üblichen Weise rund ausgeschliffene Objectträger verwendet, für die Fixirung des Deckgläschens bewährte sich ein Rahmen, der aus 5 Theilen Vaselin auf 1 Theil Paraffin zusammengesetzt und mit dem Drehtisch in geschmolzenem Zustande auf den Objectträger aufgedreht war. Der betreffende Rahmen erhält sich bei Zimmertemperatur starr, es bedarf aber nur geringer Erwärmung durch Andrücken mit den Fingern am Rande des runden Deckgläschens, um ein Haften des letzteren zu bewirken, nöthigenfalls kann durch Auftragen der erwärmten Mischung mit dem Pinsel der Tropfen gegen Verdunstung gesichert werden. Gegenüber dem üblichen Vaselineinschluss hat dieses Verfahren den Vortheil, dass das Deckgläschen mit dem hängenden Tropfen leicht abgenommen werden kann, und ferner, dass auch bei Brutofentemperatur die Masse des Rahmens nicht in den Tropfen hineinläuft; jedenfalls ist es bequem, dass man die mit Rahmen versehenen Objectträger vorräthig halten und mit geringem Zeitaufwand eine Cultur im hängenden Tropfen mit Hilfe derselben herstellen kann.

Zur Färbung der Nährbouillon wurde anfangs Diamantfuchsin verwendet, und es zeigte sich, dass Typhusbacillen und ebenso andere Bacterien in ziemlich intensiv gefärbten Lösungen sich vermehren und den Farbstoff aufnehmen, aber sowohl diese Farbe als andere der gewöhnlich zur Bacterienfärbung verwendeten Anilinfarbstoffe (Dahlia, Methylviolett, Methylenblau) haben den Uebelstand, dass sie bald Niederschläge bilden und schliesslich ganz ausfallen, wobei die feinen Farbstoffkörnchen zum Theil an den Bacterien haften bleiben und so eine klare Beobachtung hindern. Dieser Uebelstand fiel weg bei Anwendung eines von Herrn Dr. G. Grübler hier bezogenen Farbstoffs, der nach Mittheilung des genannten Herrn in der Färberei vielfach an Stelle des Magdalaroth gebraucht wird und seiner Herkunft nach als

Phloxinroth bezeichnet werden kann. Von einer wässerigen einprocentigen Lösung dieser Farbe, welche durch einstündiges Erhitzen auf 110° C. sterilisirt wurde, setzte man 1 ccm zu 6 ccm steriler schwach-alkalischer Nährbouillon und nahm aus dieser Lösung, welche sich wochenlang unverändert hält, das Material zur Herstellung des hängenden Tropfen. Die Typhusbacillen gedeihen in diesen Farblösungen ausgezeichnet und ebenso wachsen sie in der mit Phloxinroth gefärbten Gelatine nicht weniger gut als in ungefärbter. Es ist auffällig, dass das Phloxinroth, welches im übrigen in seinen färbenden Eigenschaften dem Eosin nahesteht und bei der Färbung von Spaltpilzen in Trockenpräparaten die letzteren nur wenig färbt, von den lebenden Bacterien so reichlich aufgenommen wird, dass dieselben ein ziemlich lebhaft rothes Colorit annehmen und dasselbe auch dann festhalten, wenn die Nährlösung farblos wird. Das letztere Verhalten kann man sehr gut beobachten, wenn man die Typhusbacillen auf einem heizbaren Objecttisch mit etwas weiter Kammer im gefärbten hängenden Tropfen bei einer Temperatur von 30—40° C. sich entwickeln lässt. Allmählich bildet sich in der Peripherie des Tropfens durch Verdunstung ein Ring, in welchen sich schliesslich der gesammte von den Spaltpilzen nicht aufgenommene Farbstoff niederschlägt, während in der nun ungefärbten, mittleren, flüssigen Partie des Tropfens die gefärbten Bacillen um so schärfer hervortreten.

Nach Einbringung von Typhusbacillen aus einer ungefärbten Cultur in den hängenden Tropfen nehmen dieselben den Farbstoff keineswegs gleichmässig auf, man findet bald schon recht intensiv gefärbte Stäbchen und daneben solche, die keinen oder wenig Farbstoff angenommen haben; es kann nicht behauptet werden, dass sich in dieser Weise die jüngeren und älteren Formen unterscheiden liessen, nur ist es auffällig, dass im allgemeinen die Stäbchen, welche lebhafte Eigenbewegung zeigen, ungefärbt oder wenig gefärbt bleiben. Die in der Farblösung zur Entwickelung gekommenen Bacillen sind im ganzen ziemlich gleichmässig gefärbt, namentlich gilt das für die bei 30—40° C. gewachsenen. Ist schliesslich der Farbstoffgehalt des Tropfens erschöpft, so treten wieder ungefärbte Formen auf. Interessant war in dieser

Richtung ein Befund, der dem Beobachter wiederholt begegnete; an einem gefärbten Stäbchen hatte sich ein zweites, ungefärbtes Glied entwickelt, dabei fanden sich Zwischenformen von kurzen, gewissermaassen knospenartigen, farblosen Anhängen bis zu Doppelbacillen, deren ungefärbtes Glied dem gefärbten an Länge gleich war. Man darf hieraus schliessen, dass die Bildung von Doppelbacterien und wahrscheinlich auch von längeren Scheinfäden nicht nur durch mediale Abfurchung ursprünglich einfacher Stäbchen zu Stande kommt, sondern auch durch Aussprossung endständig entwickelter Knospen.

An den gefärbten Bacillen lässt sich eine membranöse Hülle nicht direct wahrnehmen, nur wenn die Stäbchen in stark gefärbter Nährlösung sich befinden, tritt in ihrer Umgebung ein deutlicher heller Saum auf, der sich gegen die gefärbten centralen Theile der Bacillen und gegen die Grundfarbe absetzt, auch ist zu bemerken, dass bei Verwendung von Farben, welche feinkörnige Niederschläge entstehen lassen, die letzteren in einer ungefärbten Substanz abgelagert der Peripherie der Bacillen anhaften. Die Farbe ist im Mykoplasma der Bacillen oft ganz gleichmässig vertheilt, in anderen Fällen, und das gilt besonders für längere bei höherer Temperatur gewachsene Fäden, differenziren sich stark und schwach gefärbte Partien, zuweilen so, dass dunkel gefärbte cylindrische Stücke durch blassere gliedartig verbunden sind, oft aber auch in ganz unregelmässiger Weise, mitunter auch derartig, dass dunkel gefärbte Körnchen ohne typische Anordnung von blassrothem Grunde abstehen. Es ist jedoch zu bemerken, dass dort, wo eine unzweifelhafte Gliederung an längeren oder kürzeren Fäden erkennbar ist, die Verbindungsstücke ungefärbt bleiben. Man nimmt bekanntlich an, dass die längeren Fäden, welche sich regelmässig in älteren Culturen von Typhusbacillen finden und die man im hängenden Tropfen, namentlich in den peripheren Theilen schon nach vierundzwanzig Stunden findet, während sie oft nach 3—4 Tagen zusammenhängende Lager mit der Längsachse an einander gelagerter Fäden bilden, aus kettenartig verbundenen Einzelbacillen bestehen. Es ist jedoch zu bemerken, dass an den längeren Fäden, selbst wenn sie in der hier

beschriebenen Weise lebhaft gefärbt sind, doch häufig keine Andeutung einer Gliederung zu bemerken ist.

Besonderes Interesse nahm bei der hier besprochenen Beobachtung der Nachweis der Sporenbildung in Anspruch. Die klarsten Bilder wurden in dieser Richtung erhalten bei der mikroskopischen Durchforschung von Tropfen aus gefärbten Gelatineculturen, die bei 30—40° C. zwei Tage und länger im Brutofen gewachsen waren. Hier traten stets reichliche Sporen hervor, während dieselben in Culturen, die sich bei 20—30° C. entwickelt hatten, viel spärlicher vertreten waren und bei einer Temperatur von 15—20° C. zwar Sporen noch in jedem Gesichtsfelde, aber im Verhältnis zu der Zahl der Bacillen doch nur an vereinzelten Exemplaren erkennbar waren. Wenn, wie doch mit Wahrscheinlichkeit angenommen wird, die hier besprochenen Bacillen in der That die Träger der Abdominaltyphusinfection sind, so ist es offenbar für das unzweifelhaft anzunehmende, exogene Wachsthum dieser Bacterien nicht ohne Bedeutung, dass dieselben bereits bei 15° C. Sporen bilden können. Sporenfreie Culturen konnten erst gewonnen werden aus Gelatineculturen, welche in einem durch Eis abgekühlten Raum bei einer Temperatur von nicht über 12° C. gewachsen waren; die Cultur entwickelte sich unter diesen Verhältnissen etwas langsamer, war aber bereits nach zwei Tagen zu einem starken weissen Faden gewachsen. Solche sporenfreie Bacillen wurden im gefärbten, hängenden Tropfen auf dem heizbaren Objecttisch beobachtet, und es konnte hier bereits nach vierundzwanzig Stunden der Anfang der Sporenbildung, vom dritten Tage aber sehr deutliche Entwickelung von Sporen nachgewiesen werden. Wir verweisen in dieser Hinsicht auf Taf. V bei *a*, *b*, *c*, wo die verschiedenen Stadien der Entwickelung an Bacillenhaufen aus demselben Präparat in Verlauf von drei Tagen dargestellt sind, bei *a* ist die Tropfencultur 5 Stunden alt.

Die Sporen treten theils durch lebhafteren Glanz, theils aber auch durch ihr besonderes Färbungsvermögen gegenüber dem Protoplasma der Bacillen hervor. Während sonst sporenhaltige Bacillen in gefärbten Trockenpräparaten in der Regel die Sporen

als ungefärbte Körper erkennen lassen, nehmen bei der Züchtung in gefärbten Nährlösungen die Sporen den Farbstoff unzweifelhaft auf, und zwar stärker oft als das übrige Protoplasma. Die vollständig entwickelten Sporen haben ovale Form; bei hoher Einstellung des Tubus, doch so, dass die Contur der Spore vollständig erkennbar ist, erscheinen die Sporen hell glänzend, farblos, bei etwas tieferer Einstellung tritt oft im Centrum der helle Glanz hervor, während die Peripherie als ein rother Ring erscheint; rückt man nun den Tubus noch etwas tiefer, so erscheint die ganze Spore leuchtend roth. Dass es sich hier um wirkliche Färbung handelt, erkennt man an der gesättigten Farbe von abgeschnürten oder ausgetretenen Sporen, welche frei in der Nachlösung schwimmen. Der eben geschilderte Wechsel der Färbung bei verschiedener Einstellung kann darauf beruhen, dass eine periphere Schicht ungefärbt bleibt, während die centralen Theile den Farbstoff aufnehmen; es ist aber auch möglich, dass die hell glänzende Beschaffenheit bei hoher Einstellung durch einen Lichtreflex von der Oberfläche der Spore aus entsteht. Die Sporen sitzen zum grossen Theil endständig, ihre Bildung markirt sich zuerst durch etwas dunkle Färbung und Abrundung an den Enden der Bacillen, nach und nach sondert sich die dunkle Anschwellung optisch immer schärfer, und schliesslich tritt sie um so deutlicher hervor, da sie häufig den Durchmesser des Bacillus erheblich übertrifft. Es ist bemerkenswerth, dass an den Bacillen, welche in der oben beschriebenen Weise aus ursprünglich sporenfreier Aussaat auf dem heizbaren Objecttisch gewachsen waren, selbst an den längeren Fäden fast nur endständige Sporen auftraten und zwar meist so, dass nur das eine Ende des längeren Bacillus eine Spore trug. Dieses Verhalten legt die Annahme nahe, dass die in jener Cultur gewachsenen Stäbchen nicht als Scheinfäden aufzufassen sind, sondern als eine weitere Entwickelung der Typhusbacillen, die allerdings in den Organen der an Typhus Verstorbenen vorwiegend in Form ganz kurzer Stäbchen vorhanden sind. Es verdient dieses Verhalten Beachtung gegenüber dem Widerspruch, den die von Klebs vertretene Auffassung gefunden hat, nach welcher die namentlich in den verschorfenden Partien typhöser

Platten auftretenden längeren Fäden eine weitere Entwickelung der kurzen Typhusstäbchen darstellen. In den Culturen in gefärbter Gelatine, die in der oben angegebenen Weise sich im Brutofen entwickelt hatten, wurden namentlich aus der Bodenschicht der verflüssigten Gelatine längere und oft sehr lange Fäden erhalten, und hier fanden sich häufig reichliche Sporen im Innern der Fäden an solchen Fäden liess sich aber auch nicht selten die Gliederung erkennen, und es ist wahrscheinlich, dass hier jede Spore einem Gliede entsprach. Auch die kurzen Stäbchen, welche an beiden Enden Sporen trugen, oder an denen anscheinend in der Mitte des Stäbchens nur eine Spore hervortrat, sind wahrscheinlich stets Doppelstäbchen, an manchen Exemplaren liess sich die Gliederung deutlich erkennen. Die langen, sporenhaltigen Scheinfäden enthielten oft verschiedene Entwickelungsstufen der Sporen, und in einzelnen Fällen gelang es bei fortgesetzter Beobachtung desselben Fadens auf dem heizbaren Objecttisch, einen Theil der Entwickelung zu verfolgen. Der Anfang der Sporenbildung markirt sich zuerst dadurch, dass umschriebene dunkler gefärbte Protoplasmamassen sich von der übrigen heller gefärbten Substanz des Fadens sondern, meist so, dass rundliche oder ovale, in ziemlich regelmässigen Abständen vertheilte Punkte hervortreten; anfangs nehmen dieselben nicht die ganze Dicke des Fadens ein, allmählich nimmt ihr Umfang zu, und dann tritt auch die ovale Form mehr hervor. Die weitere Entwickelung kennzeichnet sich durch das Hervortreten eines hell glänzenden Pünktchens im Centrum, welches in der angegebenen Weise bei hoher Einstellung farblos, bei tieferer leuchtend roth erscheint, und schliesslich liegt an Stelle des dunkelrothen Körpers die fertige Spore. Die Entwickelung des dunklen Körnchens zur fertigen Spore nahm im hängenden Tropfen auf dem heizbaren Objecttisch (bei 35 ° C.) zweimal 24 Stunden in Anspruch.

In allen Culturen mit reichlicher Sporenbildung findet man auch freie Sporen. Nur in einem Falle ist es mir gelungen, die Abschnürung einer endständigen Spore zu sehen, welche bereits zu Anfang der Beobachtung an einem dünnen Protoplasmastiel hing; ziemlich plötzlich war die Verbindung gelöst, und die Spore

bewegte sich frei in der Flüssigkeit. Dafür, dass aus längeren Scheinfäden die Sporen seitlich unter Dehiscenz des Fadens austreten können, sprechen wiederholte Beobachtungen, wie sie auf Taf. V bei *d* wiedergegeben sind. Die Aussprossung der frei gewordenen Sporen erfolgt in der Längsachse der letzteren, indem sich zunächst ein kurz cylindrischer Fortsatz an der glänzenden Spore entwickelt. Die weiteren Entwickelungsstufen sind an manchen Exemplaren der auf Taf. V bei *h* wiedergegebenen Form erkennbar, dieselben sind ebenso wie die Zeichnungen bei *d*, *e*, *f*, *g* und *i* mit dem Zeiss'schen Zeichenprisma aufgenommen, aber willkürlich geordnet, da sie verschiedenen Culturen entstammen.

Während bei Verwendung des Phloxinroth in der oben angegebenen Concentration in der Regel sowohl die Sporen als das Protoplasma gefärbt sind, kann man bei schwächerem Zusatz von Farbstoff Bacillen erhalten, in denen nur die Sporen farbig hervortreten. Noch besser eignet sich für die isolirte Sporenfärbung das Benzoepurpurin, ein ebenfalls von Herrn Dr. G. Grübler in Leipzig bezogener Farbstoff. In der durch Zusatz von 1 ccm einer 1 proc. Farblösung zu 6 ccm gefärbten Nährgelatine entwickelten sich im Brutofen bei 38 ° C. die Typhusbacillen sehr üppig, es nahmen aber in denselben nur die Sporen hellbraune Färbung an, während die Stäbchen im übrigen ungefärbt blieben.

Durch die mitgetheilten Beobachtungen werden im wesentlichen die Angaben Gaffky's[1]) über die Sporenbildung der Typhusbacillen bestätigt. Die wiederholt von guten Beobachtern erhobenen Zweifel gegen Gaffky's Befunde werden allerdings dadurch erklärlich, dass an den ungefärbten Bacillen die Sporen oft wenig scharf hervortreten, was namentlich für ihre früheren Entwickelungsstufen gilt. Zwar hat bereits Eberth[2]) darauf hingewiesen, dass an den in typhösen Krankheitsherden nachweisbaren Stäbchen mattglänzende, sporenartige Körperchen hervortreten, eine Angabe, die ich bestätigen kann, indem ich in dem Milzsaft, der aus einer frischen Typhusleiche gewonnen und nach

1) Zur Aetiologie des Abdominaltyphus. Mittheilungen aus d. kais. Gesundheitsamte 1884 Bd. 2.

2) Virchow's Archiv Bd. 81.

Zusatz von Phloxinbouillon im hängenden Tropfen beobachtet wurde, kurze Stäbchen mit endständiger Spore nachweisen konnte. Jedenfalls erscheint aber doch die Anwendung einer die Typhussporen scharf nachweisenden Methode nicht überflüssig, wenn man die widersprechenden Angaben über diese Frage berücksichtigt, ein Verhältnis, welches auch in der neuesten Aeusserung von Klebs[1]) zum Ausdruck kommt: »Es mag dahingestellt bleiben, welche dieser Angaben eine völlig zutreffende, allen Vorkommnissen entsprechende Darstellung der Sporenbildung in den Typhusbacillen enthält. Erst neuere Untersuchungen können hierüber entscheiden.« Auch darauf kann hier hingewiesen werden, dass, wenn Gaffky angibt, bei Untersuchung von bei Zimmertemperatur in Fleischwasser-Pepton-Gelatine gezüchteten Typhusbacillen selbst nach wochenlangem Wachsthum sich nicht mit Sicherheit von Sporenbildung überzeugt zu haben, auch hieraus hervorgeht, wie die Beobachtung ungefärbter oder in üblicher Weise an Trockenpräparaten gefärbter Bacillen für die sichere Entscheidung dieser Frage nicht ausreicht.

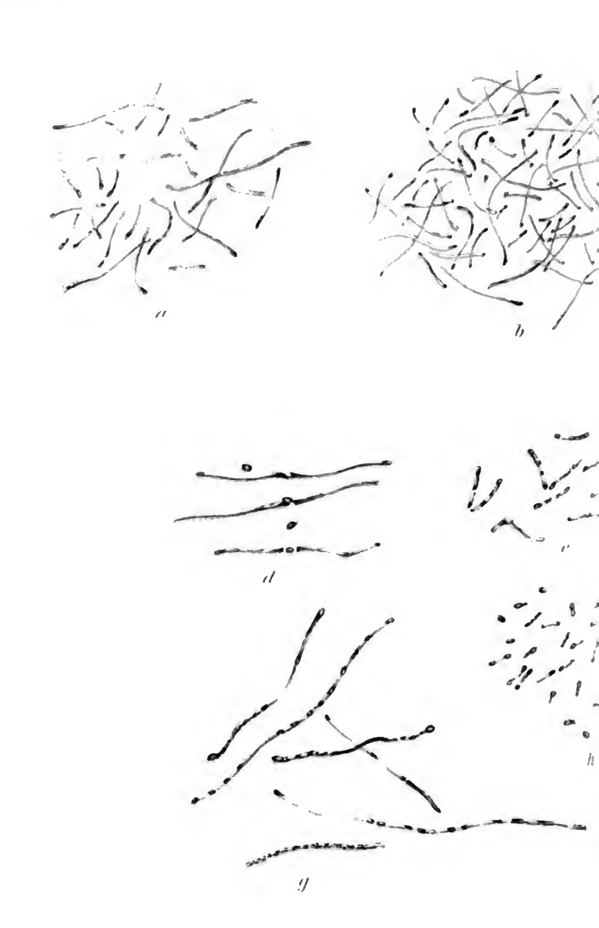
C. Fränkel sagt in seinem Grundriss der Bacterienkunde[1]): »Eine eben so wichtige als schwer zu entscheidende Frage ist es, ob die Typhusbacillen Sporen bilden.« Als Gründe, welche gegen die von Gaffky beschriebenen Befunde als Ausdruck echter und zweifelloser Fruchtbildung geltend gemacht werden können, führt er erstens an, dass den glänzenden Körpern in den Stäbchen jene fest umschriebene, gleichmässige Form fehle, welche wir sonst an den Sporen zu sehen gewohnt sind. Dieser Einwand ist durch die hier besprochene Färbungsmethode zweifellos beseitigt. Zweitens hebt C. Fränkel hervor, dass sich die Sporen nicht in der für andere Bacterienarten bekannten Weise von dem übrigen Zellinhalt verschieden färben lassen. Durch die oben angeführte isolirte Färbung der Sporen in Benzoepurpuringelatine wird wenigstens ein besonderes Färbungsvermögen der Sporen erkennbar. Uebrigens bilden Cornil und Babes in der neuesten Auflage ihres Handbuches Typhusbacillen mit different gefärbten

1) Allgemeine Pathologie. Jena 1887 S. 174.

2) Zweite Auflage S. 286.

Sporen ab, freilich ohne nähere Angabe der Methode. Als dritten Einwand bezeichnet C. Fränkel die geringe Resistenz sporenhaltiger Typhusbacillen gegen den Einfluss höherer Temperaturen, indem er hinzufügt, dass die Sporen schon durch etwa 10 Minuten langes Erhitzen auf 60 ° C. sicher abgetödtet würden. In dem letzten Punkt muss Verfasser auf Grund eigener Versuche allerdings bestätigen, dass die Typhussporen weniger widerstandsfähig gegen Erhitzen sind als zum Beispiel die Sporen der Milzbrandbacillen. Einstündiges Erhitzen auf 60 ° C. einer sporenreichen Gelatinecultur vernichtete jede Entwickelungsfähigkeit. Halbstündiges Erhitzen zu gleicher Temperatur hob für eine bei 12 ° C. gewachsene und ebenso für eine zwischen 15 und 18 ° C. im Zimmer entwickelte Cultur, wie Impfversuche und Aussaat auf Platten bewiesen, die Weiterentwickelung auf, dagegen bildete sich aus einer im Brutofen gewachsenen, halbstündig auf 60 ° C. erhitzten, sporenreichen Cultur nach Abimpfung in Gelatine eine deutliche Cultur im Impfstrich, welche allerdings im Vergleich mit der vor dem Erhitzen abgeimpften Cultur ausserordentlich langsam wuchs und erst nach acht Tagen einen feinen Faden gebildet hatte, der von da an nicht weiter wuchs, auch in der Gelatineplatte entwickelten sich nur sparsame und schwächliche Culturen. Man darf hieraus schliessen, dass nur vereinzelte Sporen dem Einfluss der Wärme Widerstand geleistet hatten und dass die Keimkraft auch dieser geschwächt war. Immerhin zeigte sich auch hier eine höhere Resistenz der Sporen im Vergleich mit den sporenfreien Culturen, die übrigens auch aus der Angabe von Gaffky hervorgeht, die ich auf Grund eigener Erfahrung bestätigen kann, dass sporenhaltige Bacillen im trockenen Zustande sich wochenlang entwickelungsfähig erhalten.

Es ist von vornherein anzunehmen, dass ebenso wie die vegetativen Zellen verschiedener Bacterienarten sich gegen hohe Temperatur und gegen andere Einflüsse ungleich widerstandsfähig verhalten, so auch die Sporen in dieser Beziehung Unterschiede darbieten werden. Das Hauptgewicht für die Annahme der echten Sporennatur der hier besprochenen Gebilde möchte auf ihr morphologisches Verhalten und auf die nachgewiesene



Verlag v. R. Oldenbourg, München & Leipzig



Lithographie v. E. Hochdanz, Stuttgart

Art ihrer Entwickelung, insbesondere auch ihres Aussprossens zu vegetativen Zellen gelegt werden. Auch darf betont werden, dass sich die Sporen der Typhusbacillen in gefärbten Nährlösungen in Bezug auf die Aufnahme des Farbstoffs mit den Sporen der Milzbrandbacillen durchaus gleichartig verhalten.

Wenn demnach durch die der hier mitgetheilten Untersuchung als Grundlage dienende Methode nicht nur die bis dahin bestrittene Sporenbildung der Typhusbacillen nachgewiesen wurde, sondern auch über Einzelheiten der Entwickelung Aufschlüsse gewonnen werden konnten, die bei anderen Untersuchungsmethoden der Beobachtung entgehen, so darf wohl gehofft werden, dass dieses einfache und leicht auszuführende Verfahren der Züchtung in gefärbten Nährlösungen bei weiterer Verwendung die Kenntnis des morphologischen und biologischen Verhaltens der Spaltpilze fördern wird.

Erklärung der Abbildung auf Tafel V.

Die Zeichnungen wurden nach lebenden Culturen im hängenden Tropfen bei Verwendung von Zeiss Homog. Imm. $^1/_{12}$, Oc. 3 aufgenommen. Bei *a*, *b*, *c* sind Bacillenhaufen aus einem bei 35° C. auf dem heizbaren Objecttisch beobachteten mit Phloxinroth gefärbten Gelatinetropfen dargestellt; bei *a* 5 Stunden nach der Aussaat; an den Enden treten zum Theil endständige, nicht scharf begrenzte Anschwellungen hervor, bei *b* nach 24 Stunden ein Haufen aus derselben Cultur mit deutlicher erkennbarer, endständiger Sporenbildung, bei *c* nach weiteren 24 Stunden, die dichter gelagerten Bacillen tragen zum Theil scharf begrenzte endständige Sporen.

Die Figuren *d* — *i* sind mit der gleichen Vergrösserung nach Zeichnungen mit dem Zeiss'schen Zeichenapparat wiedergegeben. Die einzelnen Formen stammen aus verschiedenen Culturen und sind hier nach der Grösse willkürlich geordnet. Bei *d* Austreten von Sporen aus längeren Fäden, bei *e* kürzere, sporentragende Scheinfäden mit zum Theil erkennbarer Gliederung, *f* längere, sporentragende Scheinfäden, *g* lange Fäden, welche verschiedene Entwickelungsstufen der Sporen erkennen lassen, der mit dunklen Körnchen gefüllte Faden zeigt wahrscheinlich eine Degeneration (körniger Zerfall von Sporen?) an, *h* kurze Bacillen, freie, zum Theil in Aussprossung begriffene Sporen, *i* längere Fäden mit cylindrischer Abgrenzung dunkel gefärbter Protoplasmamassen.

Ueber die diuretische Wirkung des Biers[1].

Von

Dr. Rintaro Mori,
kaiserl. niponischem Stabsarzt.

(Aus dem hygienischen Institut zu München.)

I. Einleitung.

Es ist eine sehr verbreitete Meinung, dass der Genuss des Biers die Absonderung des Harns in einer auffallenden Weise steigere. Bisher begnügte man sich vielfach, diese diuretische Wirkung einfach der eingeführten Wassermenge zuzuschreiben (z. B. J. Ranke[2]). C. Ph. Falck[3]) und sein Schüler H. Rudolph[4]) waren wohl die ersten, welche Untersuchungen über diesen Gegenstand anstellten und durch ihre Resultate eine specielle Wirkung des Biers auf die Harnabsonderung bis zu einem gewissen Grade darthaten. In jüngster Zeit hat J. Hoffmann[5]) das Bier als ein »erregendes« Mittel bezeichnet, das das mittlere 24 stündige Harnvolumen des gesunden Menschen zu vermehren vermöge.

Die in diesem Archiv[6]) veröffentlichte Arbeit N. P. Simanowsky's aber ergab so wenig prägnante und der allgemeinen Erfahrung so wenig entsprechende Resultate, dass eine erneute Prüfung der älteren Angaben wünschenswerth erschien.

---

1) Vorläufige Mittheilungen über die folgende Arbeit machte Dr. K. B. Lehmann in der morpholog.-physiologischen Gesellschaft zu München am 30. November 1886 und 8. März 1887.

2) Physiologie des Menschen. Leipzig 1868 S. 412.

3) Al. Göschen's deutsche Klinik 1854 Nr. 8—9, 33, 36—37, 38—42; 1855 Nr. 11—36.

4) De urina sanguinis, potus et chyli. Dissert. Marburgi 1854.

5) Beiträge zur Semiologie des Harns. Berlin 1884 S. 40.

6) Archiv für Hygiene Bd. 4 S. 1.

Auf Anregung von Herrn Privatdocent Dr. K. B. Lehmann entschloss ich mich, im hygienischen Institut zu München die hier in Betracht kommenden Fragen: Inwieweit beeinflusst Biergenuss die Harnabsonderung, welcher Bierbestandtheil hat die harntreibende Wirkung, und wie ist diese Wirkung physiologisch zu erklären, eingehend zu studiren. Für die freundliche Leitung bei meinen Versuchen und das stete Interesse, das er meiner Arbeit schenkte, bin ich Herrn Dr. K. B. Lehmann zu herzlichem Danke verpflichtet. Meinem Landsmann und Collegen Dr. T. Kato, der viele Versuche an sich selbst für mich anstellte, danke ich gleichfalls bestens.

Sämmtliche Untersuchungen (Trinkversuche) sind durchwegs früh morgens nüchtern vorgenommen. Es wurde die betreffende Flüssigkeit in rasch aufeinanderfolgenden Zügen binnen 15—30 [längstens 60 [1])] Minuten getrunken. Der Urin wurde in fast allen Fällen alle 30—60 Minuten aufgefangen und das Volumen und specifische Gewicht bestimmt; nur zuweilen verhinderten anderweitige Beschäftigungen die gewünschten Einzelmessungen. Jeder Versuch dauerte 5 Stunden oder 300 Minuten.

Versuchsperson I. Diese Versuche sind an mir selbst angestellt. Ich, ein Niponer, 26 Jahre alt, wog mit den Kleidern 55 kg und befand mich in vollkommenem Wohlsein. Meine Kost war eine möglichst gleichmässige, europäische, die ich seit Jahren vollkommen gewohnt bin. Die Beschäftigung bestand hauptsächlich in chemischen Arbeiten im Laboratorium; anstrengende Bewegungen, die etwa die Harnabsonderung beeinflussen könnten [2]), wurden vermieden. Da die an mir angestellten Versuche die grosse Mehrzahl aller ausmachen, habe ich bei denselben die Person nicht besonders angegeben.

Versuchsperson II. So werden diejenigen Versuche bezeichnet, welche Herr Dr. Kato die grosse Liebenswürdigkeit hatte, an sich selbst anzustellen. Derselbe ist ein vollkommen gesunder, für einen Niponer ziemlich grosser Mann von 23 Jahren, 58 kg schwer.

---

1) S. unten Versuche 35 u. 36.

2) Vgl. Bergholz, Reichert und Du Bois' Archiv 1861 S. 131.

Versuchsperson III. Diener des hygienischen Institutes, aus der Oberpfalz, 37 Jahre alt, Körpergewicht 79 kg. Ein typischer, kräftiger, biertrinkender Bayer.

Versuchsperson IV. Diener des klinischen Institutes, aus Kempten, 29 Jahre alt, Körpergewicht 70 kg.

Versuchsperson V. Diener des bacteriologischen Laboratoriums im hygienischen Institut, aus Landshut, 25 Jahre alt, etwas schwächlich, Körpergewicht 60 kg.

Die Versuchspersonen III—V wurden lediglich zu den Controleversuchen (s. Abschnitt VI) benutzt. Die Lebensweise derselben, mit Ausnahme von III, war schwer zu controliren, was die Regelmässigkeit der Resultate um ein beträchtliches beeinträchtigte.

II. Vorversuche.

A. Versuche über die mittlere vormittägliche Harnmenge bei Hunger und nach Frühstück.

Zuerst handelte es sich darum, die mittlere vormittägliche Harnmenge bei mir festzustellen. Nachdem früh morgens die Blase möglichst vollständig entleert wurde, blieb ich 5 Stunden lang nüchtern. Am Ende der 5. Stunde wurde die Blase auf einmal entleert. In folgender Tabelle werden die Ergebnisse dieser Versuchsreihe zusammengestellt:

Tabelle I.

Fünfstündige Harnmenge bei Hunger. Entleerung auf einmal.

Versuchsnummer	Datum	Dauer	Quantum	Specifisches Gewicht	Quantum pro 10 Min.
		U. M. U. M.	ccm		ccm
1.	17. Juli 1886	6 30 — 11 30	170	1,023	6
2.	25. „	7 30 — 12 30	170	1,020	6
3.	4. Aug.	7 — — 12 —	140	1,020	5
4.	15. „	7 35 — 12 35	130	1,020	4
5.	21. „	8 30 — 1 30	130	1,020	4
6.	23. „	5 30 — 10 30	190	1,020	6
7.	17. Oct.	6 15 — 11 15	180	1,022	6
		Mittel:	164	1,021	5
		Maximum:	190	1,023	6
		Minimum:	130	1,020	4

Von dem Gesichtspunkte ausgehend, dass die Harnmenge während einer bestimmten Zeit von der Frequenz der Entleerungen der Harnblase abhängig ist[1]), wurden in einer zweiten Gruppe von Versuchen alle ½ Stunde die geringen in der Zwischenzeit abgeschiedenen Harnquantitäten gesondert aufgefangen. Die halbstündigen Harnportionen zeigten weder in Bezug auf Quantität noch auf specifisches Gewicht nennenswerthe Abweichungen vom Mittelwerthe der ganzen Versuchsdauer, so dass ich die Mittheilung der Einzelwerthe nicht für nöthig erachte.

Tabelle II.
Fünfstündige Harnmenge bei Hunger. Entleerung alle halbe Stunde.

Versuchs-nummer	Datum	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
		U. M. U. M.	ccm		ccm
8.	13. Juli 1886	6 30 — 11 30	225	1,019	7
9.	15. „	6 30 — 11 30	224	1,022	7
10.	28. Aug.	6 30 — 11 30	220	1,022	7
11.	31. „	8 — — 1 —	138	1,024	5
12.	5. Sept.	6 30 — 11 30	156	1,022	5
13.	19. „	7 50 — 12 50	178	1,017	6
		Mittel:	190	1,021	6
		Maximum:	225	1,024 (1,025)[2])	7 (15)
		Minimum:	138	1,017 (1,015)	5 (2)

Die Harnmenge fiel demnach bei der frequenten Blasenentleerung regelmässig grösser aus als bei der einmaligen: Mittel 190 : 164; Maximum 225 : 190; Minimum 138 : 130. Das specifische Gewicht zeigte keinen merklichen Unterschied zwischen beiden.

Diese Versuche scheinen mir auch in Bezug auf die Resorptionsfrage der normalen Blasenschleimhaut sehr beachtenswerth. Während früher viele Forscher jeden Diffusionsverkehr

1) Vgl. Kaupp, Vierordt's Archiv für physiol. Heilkunde 1856 Bd. 15 Heft 1 S. 126; Heft 4 S. 554. — Derselbe, Beiträge zur Urophysiologie Tübingen 1860.

2) Die eingeklammerte Zahl zeigt jedesmal den extremsten Befund bei den gewöhnlich jede 30 Minuten getrennt aufgefangenen Harnportionen.

zwischen den Gefässen und der Blase bestritten (Kuess, Susini, Cazeneuve und Livon), wurde die vor langer Zeit von Claude-Bernard nachgewiesene Resorptionsfähigkeit der normalen Blase für Salze durch neuere Untersuchungen fast ausnahmslos bestätigt (H. Maas und O. Pinner[1]); R. Fleischer und L. Brinkmann[2]). Jedoch ist das Verhalten des Wassers in der Blase keineswegs aufgeklärt worden. Der Treskin'schen Angabe[3]), dass der Wassergehalt des Harns während des Verweilens desselben in der Blase zunehme, widerspricht eine Arbeit von P. Cazeneuve und R. Lépine[4]), welche von der Vermehrung des Chlornatriumgehaltes des in der unterbundenen, im Körper belassenen Blase enthaltenen Harns auf die Wasserabsorption schlossen. Schon früher bestimmte Kaupp (a. a. O.) die Menge des Harns, des Harnstoffs etc., die in gleicher Zeit und unter gleichen Umständen zur Ausscheidung gelangen, wenn in der einen Reihe in 12 Stunden nur einmal die Blase entleert, in der anderen Reihe der Harn stündlich gelassen wurde. Im letzteren Falle fand er stets verdünnteren Harn als im ersteren, woraus er den Schluss zog, dass der Harn an festen Substanzen reicher bzw. wasserärmer wird, wenn er längere Zeit in der Blase verweilt. Hoppe-Seyler[5]) warf Kaupp und wohl nicht ohne Grund vor, dass die dauernde Spannung in der Blase, sich durch den Ureter bis in die Niere hinauf fortsetzend, die Druckverhältnisse, unter denen der Harn abgesondert werde, in einer nicht wohl zu controlirenden Weise verändere.

Meine oben erwähnten Versuche haben nun Resultate ergeben, die zweifellos für Kaupp sprechen[6]). Bei der kurzen Dauer der Versuche kann von einer sich bis in die Niere fortpflanzenden Druckveränderung keine Rede sein, und die Wasser-

1) Centralblatt für Chirurgie 1880 Nr. 48.

2) Deutsche medicin. Wochenschrift 1880 Nr. 49.

3) Archiv für die ges. Physiologie 1872 Bd. 5 S. 324.

4) Comptes rendus t. 93 p. 445.

5) Physiologische Chemie. Berlin 1877 S. 910.

6) Bestätigend für die Wasserresorption aus der Blase sind auch die Versuche G. Edlefsen's. Der Harn wird in der Blase specifisch schwerer, so dass der später abgesonderte Harn bei passender Körperlage der Versuchspersonen eine Schichte über dem in der Blase stagnirenden bildet (Archiv für ges. Physiologie 1870 S. 385; 1872 S. 324).

resorption aus der Blase scheint mir damit bewiesen. Die Capacität meiner Blase vermag ich nicht genau anzugeben; sie fasste im Maximum einmal 700 ccm Flüssigkeit; die 130—190 ccm Harn, die in den 5 Stunden bei meiner Versuchsanordnung sich ansammelten, konnten also sicher nicht abnorme Spannungs- und Druckverhältnisse produciren.

Es wurde nun durch eine andere Versuchsreihe der Einfluss eines einfachen Frühstücks aus 200 ccm Milchkaffee und einem Stück Weissbrod auf die Harnmenge des Vormittags untersucht. Die Harnmenge nahm durch diese Einnahme beträchtlich zu[1]. Das specifische Gewicht war aber nur wenig herabgesetzt.

Tabelle III.
5stündige Harnmenge nach Aufnahme von 200 ccm Milchkaffee.

Versuchs-nummer	Datum	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
		U. M. U. M.	ccm		ccm
14.	7. Aug. 1886	7 30 — 12 30	355	1,017	12
15.	17. „	9 45 — 2 45	290	1,021	10
16.	29. „	6 30 — 11 30	352	1,022	12
17.	4. Sept.	7 15 — 12 15	258	1,019	9
18.	6. „	7 — — 12 —	316	1,020	10
19.	17. „	8 — — 1 —	200	1,017	7
		Mittel:	295	1,019	10
		Maximum:	355	1,022 (1,025)	12 (23)
		Minimum:	200	1,017 (1,015)	7 (4)

Das stündliche Mittel der vormittäglichen Harnmenge nach Frühstück betrug bei mir 59 ccm. Es stimmt ziemlich genau

1) Diesen Einfluss des Morgenkaffees wollte J. Hoffmann der diuretischen (»erregenden«) Wirkung des Kaffees zuschreiben. Obgleich die vielfach ventilirte Frage der Coffeïndiurese (vgl. Hammond, The American Journal of med. sciences 1856 April p. 330; E. Smith, British medical Journal 6. Juli 1861; Rabuteau, Comptes rendus 1873 t. 77 p. 489; R. Schneider, Ueber das Schicksal des Coffeïns und Theobromins im Thierkörper etc. Dissert. Dorpat 1884 S. 30) neuerdings von W. v. Schröder (Archiv für experim. Pathologie u. Pharmacologie 1886 S. 40) positiv entschieden worden ist, halte ich mich nicht für berechtigt, die Zunahme der Harnmenge in diesen Versuchen als specifische Wirkung des Kaffees aufzufassen (vgl. meine Versuche mit Wasser).

mit dem von J. Hoffmann (a. a. O. S. 11) an sich beobachteten (56 ccm) überein. Vergleicht man die beiden Werthe mit dem Vogel'schen Mittel (69 ccm[1]), so machen sie nur etwa 5/6 desselben aus, was den Einfluss des Körpergewichtes auf die Harnmenge deutlich zeigt. Hoffmann, der 56 kg wog, stand der Mittelgrösse des gesunden, erwachsenen Europäers ebensoviel nach als ich.

Da nach Angaben von W. Kaupp[2]), P. Sick[3]), E. Smith (a. a. O.) u. A. die Lufttemperatur die Harnabsonderung beeinflussen soll, war es gerathen, bei meinen Versuchen die Temperatur und das Sättigungsdeficit der Luft des Aufenthaltsortes zu messen. Ich verzichte auf die Wiedergabe dieser Beobachtungen, da sie keinen deutlichen Einfluss der besprochenen Factoren auf die Harnmenge erkennen lassen.

B. Versuche über die Elimination des in den Magen eingeführten Wassers.

Kleine Mengen (100 ccm) in den Magen eingeführten Wassers verändern die mittlere Harnmenge in keiner Weise. Folgende drei Versuche (Entleerung frequent) werden genügen, dies zu beweisen.

Tabelle IV.

Versuchs-nummer	Datum	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
		U. M. U. M.	ccm		ccm
20.	12. Nov. 1886	7 15 — 12 15	183	1,025	6
21.	13. „	7 — — 12 —	220	1,018	9
22.	15. „	7 — — 12 —	169	1,022	5
		Mittel:	191	1,021	7
		Maximum:	220	1,025	9
				(1,028)	(19)
		Minimum:	169	1,018	5
				(1,012)	(4)

Die Harnmenge bei der frequenten Entleerung der Blase im nüchternen Zustande verhalten sich zu diesen Zahlen wie folgt: Mittel 190 : 191; Maximum 225 : 220; Minimum 138 : 169.

1) Neubauer und Vogel, Anleitung zur Analyse des Harns. II. Aufl. S. 315.

2) Vierordt's Archiv für physiol. Heilkunde 1855 Heft 3.

3) Wunderlich's Archiv 1857 Heft 4 S. 482; vgl. auch K. Müller, Archiv für exper. Pathologie 1873 Bd. 1 S. 429.

Grössere Mengen Wasser äussern bekanntlich eine beträchtliche Wirkung auf die Absonderung des Harns. Es wurden hierüber bereits Versuche sowohl bei Menschen als auch bei Thieren angestellt. Viele Autoren stimmen darin überein, dass ein grosser Theil oder sogar die ganze Menge des eingeführten Wassers in wenigen Stunden nur durch Nieren ausgeschieden wird. C. Ph. Falck[1]), F. Mosler[2]), F. A. Falck[3]), J. Mayer (a. a. O.), J. Seegen (a. a. O.). — Andere Autoren dagegen betonen, dass die mittlere Menge des während des Versuches abgesonderten Harns stets geringer als die des dargereichten Wassers ist, oder sie behaupten ausdrücklich, dass die Diurese durch Brunnenwasser nur dann auftritt, wenn dem Körper selbst vorher genügend viel Wasser zugeführt worden war. W. Roberts[4]), R. H. Ferber[5]), Scórczewski[6]).

Da meine diesbezüglichen Versuche, zumal als Grundlage der nächstfolgenden Versuchsreihen, von besonderer Bedeutung sind, theile ich diesen Theil meiner Versuchsprotokolle unabgekürzt im Folgenden mit. Die eingeführte Wassermenge betrug jedesmal 1 l.

Versuch 23. 3. Juli 1886.
Destillirtes Wasser von 14° C.

		Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum in 10 Min.
6 Uhr	10 Min.	Min.	ccm		ccm
6	45	35	50	1,023	14[7])
7	15	30	27	1,015	9
8	15	60	86	1,009	14
9	—	45	60	1,009	13
10	30	90	67	1,017	7
11	10	40	30	1,017	7
		300	320	1,013	11

1) Virchow's Archiv 1852 Bd. 11 S. 125; 1853 Bd. 12 S. 150.
2) Archiv für wissenschaftliche Heilkunde 1857 Bd. 3 Heft 3 S. 398.
3) Zeitschrift für Biologie 1872—73 Bd. 8 S. 388 und Bd. 9 S. 171.
4) Edinburgh medical Journal 1860 March. p. 817 p. 906.
5) Archiv für physiol. Heilkunde 1860 Heft 3 S. 244.
6) Pam. tow. lek. warsz. 1877 Heft 2.
7) Es fällt auf, dass vielfach die erste halbe Stunde des Versuchs eine unverhältnismässig grosse Harnmenge lieferte. Ich möchte dies durch die

Versuch 24. 5. Juli 1886.
Leitungswasser von 21° C. (lauwarm).

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum in 10 Min.
6 Uhr 50 Min	Min.	ccm		ccm
7 —	10	20	1,026	20
8 —	60	40	1,024	7
8 30	30	10	1,026	3
9 15	45	25	1,025	5
9 50	35	12	1,025	3
10 20	30	10	1,025	3
11 —	40	17,5	1,030	4
11 25	25	7	1,030	3
11 50	25	14	1,033	6
	300	155,5	1,029	5

Versuch 25. 9. Juli 1886.
Leitungswasser von 12,5° C. Leichte Schweisssecretion.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum in 10 Min.
7 Uhr — Min.	Min.	ccm		ccm
7 45	45	72	1,020	16
8 45	60	57	1,015	9
9 45	60	73	1,012	12
10 —	15	11	1,014	7
10 30	30	21	1,014	7
11 30	60	36	1,018	6
12 —	30	25	1,020	8
	300	295	1,016	10

Versuch 26. 13. Juli 1886. Person II.
Leitungswasser von 12° C.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum in 10 Min.
6 Uhr 40 Min.	Min.	ccm		ccm
7 10	30	45	1,017	15
7 40	30	45	1,011	15
8 10	30	145	1,002	48
8 42	30	143	1,003	48
9 10	30	56	1,005	19
9 40	30	45	1,009	15
10 10	30	45	1,016	15
10 40	30	26	1,020	9
11 40	60	28	1,026	5
	300	558	1,008	19

Vermuthung erklären, dass nach der Nachtruhe, in der die Harnsecretion so sehr gering ist, die harnvermehrenden Einflüsse (namentlich die Bewegung) besonders kräftig wirken, bis der gewissermaassen im Blute zurückgebliebene Rest des Nachtharns entfernt ist.

Versuch 27. 27. August 1886.
Leitungswasser von 12° C.

		Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum in 10 Min.
7 Uhr	30 Min.	Min.	ccm		ccm
9	—	90	180	1,015	20
9	30	30	80	1,006	27
9	45	15	20	1,006	13
11	40	115	115	1,010	10
12	30	50	30	1,017	6
		300	425	1,009	14

Versuch 28. 4. October 1886.
Leitungswasser von 12° C. (Harn frequent entleert, nur in 2 Portionen gemessen.)

		Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum in 10 Min.
8 Uhr	— Min.	Min.	ccm		ccm
10	—	120	350	1,005	29
1	—	180	210	1,010	12
		300	560	1,008	19

Tabelle V.
5stündige Harnmenge nach Aufnahme von 1000 ccm Wasser.

Versuchsnummer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
	ccm		ccm
23	320	1,013	11
24	155,5	1,029	5
25	295	1,016	10
26	558 (Pers. II)	1,008	19
27	425	1,009	14
28	560	1,008	19
Mittel:	385	1,014	13
Maximum:	560	1,029 (1,033)	19 (48)
Minimum:	155,5	1,008 (1,002)	5 (3)

An diesen Ergebnissen verdienen namentlich 2 Punkte Beachtung, einmal ist die erhaltene Harnmenge mit dem einge-

führten Wasserquantum zu vergleichen, und dann ist das specifische Gewicht aufmerksam zu verfolgen, welches am deutlichsten die Grenze des Steigens und Fallens der Harnabsonderung illustrirt.

Bei der Betrachtung der Resultate fällt sofort auf, dass die Ausfuhr des Wassers keineswegs mit der Einfuhr direct Hand in Hand geht, sondern dass die erstere stets der letzteren um ein Beträchtliches nachsteht.

Nach F. A. Falck (a. a. O.) hängt die Resorption resp. die Elimination des eingeführten Wassers von der Temperatur desselben ab. Am besten wurde in seinen Versuchen das Wasser von Körpertemperatur resorbirt (die Harnmenge betrug 76,8 bis 155,6 % des vom Magen eingeführten Wasserquantums), aber auch vom Wasser niedrigerer Temperatur gelangte 64,9—95,1 % in 4—9 Stunden zur Ausscheidung.

Da meine Versuche nur zur Grundlage der nächstfolgenden Versuchsreihen (mit Bier etc.) dienen sollten, habe ich mir ungefähr die Wärmegrade gewählt, in welchen die zu untersuchenden Getränke genossen zu werden pflegten. Sie schwankten zwischen 12 und 21°. Das wärmere Wasser wurde bei meinem Selbstversuche sogar schlechter resorbirt als das kältere (Versuch 24). Destillirtes Wasser liess sich in Bezug auf Resorption nicht vom gewöhnlichen unterscheiden (Versuch 23).

Bei 1000 ccm eingeführtem Wasser wurde in 5 Stunden eliminirt:

Tabelle VI.

	In ccm	In % der eingeführten Menge [1])	In % der eingeführten Menge nach Abzug der normalen Harnmenge beim Hunger und der freq. Blasenentleerung
Mittel	385	38,5	19,5
Maximum	560	56,0	30,5
Minimum	155,5	15,5	1,7

Gegen diese geringe Ausscheidung könnte man einwenden, dass in dem festgesetzten Zeitraume die Elimination noch nicht

1) Die F. A. Falck'schen procentischen Werthe sind mit dieser Colonne zu vergleichen.

vollständig abgelaufen ist. Dass dieser Einwand nicht haltbar ist, zeigt die deutlich eintretende und aufhörende Harnfluth[1]), während welcher einmal das specifische Gewicht zu 1,002 sank[2]). Aus folgender Tabelle sind die näheren Verhältnisse ersichtlich.

Tabelle VII.

Versuche mit Trinken von 1 l Wasser: **Harnfluth.**

Versuchs-nummer	Anfang nach	Gipfelpunkt während	Ende nach	Harn-menge pro 10Min.	Spec. Ge-wicht	Harnmenge pro 10 Min. am Gipfel-punkt	Spec. Ge-wicht am Gipfelpunkt
				ccm		ccm	
24	—	—	—	—	—	—	—
28	Vorhanden in ersten 120 Min.			29	1,005	—	—
25	Eintritt undeutl., erst nach 165 Min.			12	1,013	--	—
23	125 Min.	—	170 Min.	13	1,010	—	—
26 (Pers. II)	90	90—120Min.	180	32	1,004	48 (48)	1,002
27	120	120—135	250	17	1,008	20 (27)	1,006
	112	105—127	200	21	1,007	34 (48)	1,003

Nach C. Ph. Falck[3]) und Ferber (a. a. O.) erreicht nach reichlichem Wassertrinken die Harnfluth in 2—3 Stunden ihr Maximum, in 5—6 Stunden ihr Ende. Bei meinen Versuchen trat die Harnfluth durchschnittlich nach 112 Minuten auf, erreichte zwischen 105—127 Minuten das Maximum und endete in 200 Minuten.

III. Versuche über die Wirkung des Biers und anderer geistigen Getränke auf die Harnabsonderung.

Alle Anordnungen der Versuche blieben genau wie bei den vorhergehenden. Die eingeführte Menge der Getränke war bei allen Versuchen auf 1000 ccm normirt. Es folgen hier zunächst Versuche mit Bier.

1) Als Grenze des mit »Harnfluth« bezeichneten Stadiums habe ich die Entleerung des Harns vom specifischen Gewichte 1,015 angesehen.

2) Simanowsky (a. a. O.) entleerte nach Genuss derselben Menge Brunnenwasser nach 75 Minuten 220 ccm Harn von 1,001 specifischem Gewicht.

3) Virchow's Archiv der Heilkunde 1852 Bd. 11 S. 139.

Versuch 29. 8. Juli 1886.
Spatenbräu, kohlensäurearm, über Nacht gestanden.

		Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum in 10 Min.
7 Uhr	— Min.	Min.	ccm		ccm
7	45	45	120	1,015	27
8	15	30	400	1,003	133
8	30	15	340	1,001	227
9	—	30	170	1,001	57
9	45	45	44	1,011	10
10	30	45	40	1,014	9
11	—	30	13	1.014	4
11	30	30	21	1,014	7
12	—	30	35	1,016	12
		300	1183	1,003	39

Versuch 30. 10. Juli 1886.
Spatenbräu, frisch.

		Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum in 10 Min.
7 Uhr	30 Min.	Min.	ccm		ccm
8	15	45	215	1,013	48
8	45	30	330	1,001	110
9	15	30	500	1,001	167
10	15	60	220	1,002	37
12	—	105	110	1,015	10
12	30	30	35	1,020	12
		300	1405	1,005	47

Versuch 31. 16. Juli 1886. Person II.
Spatenbräu, kohlensäurearm, über Nacht gestanden.

		Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum in 10 Min.
7 Uhr	15 Min.	Min.	ccm		ccm
7	40	25	48	1,022	19
8	10	30	126	1,006	42
8	20	10	154	1,001	154
8	30	10	140	1,001	140
8	55	25	270	1,001	108
9	45	50	200	1,001	40
11	—	75	45	1,014	6
12	15	75	45	1,020	6
		300	1028	1,004	34

Versuch 32. 21. Juli 1886. Person II.
Pschorr's Salonbier (Flaschenbier).

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum in 10 Min.
7 Uhr — Min	Min.	ccm		ccm
7 30	30	70	1,022	23
8 —	30	90	1,005	30
8 30	30	265	1,001	88
9 15	45	200	1,003	44
10 —	45	34	1,014	7
10 30	30	20	1,021	7
11 —	30	20	1,021	7
12 —	60	29	1,020	5
	300	728	1,006	24

Versuch 33. 30. October 1886.
Pschorr's Salonbier. (Flaschenbier.) (Harn successiv entleert, am Ende des Versuchs gemischt und gemessen.)

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum in 10 Min.
8 Uhr — Min.	Min.	ccm		ccm
1 —	300	940	1,004	31

Versuch 34. 5. November 1886.
(Wie Versuch 33.)

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum in 10 Min.
7 Uhr 10 Min.	Min.	ccm		ccm
12 10	300	790	1,005	26

Tabelle VIII.
Versuche mit 1000 ccm Bier.

Versuchsnummer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
	ccm		ccm
29	1183	1,003	39
30	1405	1,005	47
31	1028	1,004	34
32	728	1,006	24
33	940	1,004	31
34	790	1,005	26
Mittel:	1012	1,004	34
Maximum:	1405	1,006 (1,022)	47 (227)
Minimum:	728	1,003 (1,001)	24 (4)

Von 1000 ccm eingeführter Flüssigkeit wurde in 5 Stunden eliminirt:

Tabelle IX.

	In ccm	In % der eingeführten Menge	In % der eingeführten Menge nach Abzug der normalen Harnmenge nüchtern bei frequenter Entleerung
Mittel	1012	101,2	82,2
Maximum	1405	140,5	118,0
Minimum	728	72,8	61,5

Vergleicht man diese Tabelle mit Tabelle VI, so muss die harnvermehrende Wirkung des Biers ausser allen Zweifel gestellt werden. Gleiche Menge Wasser erzeugte nur ein Drittel der durch das Bier hervorgebrachten Harnmenge.

Man könnte gegen diese Schlussfolgerung den Einwand erheben, dass die Diurese des Biers in meinen Versuchen stets im nüchternen Zustand untersucht wurde, und dass sie in praxi, wenn zu dem Bier gegessen wird, kaum einen so hohen Grad erreichen würde. Allein die älteren Versuche C. Ph. Falck's (a. a. O. 1854) zeigen, dass die zu gleicher Zeit dargereichte Nahrung (Brod, Butter und Wurst) das Bild der Bierdiurese nicht zu trüben vermag. Im Folgenden habe ich nach Falck's Protokollen die Harnmengen nach Genuss von bayerischem Bier bei gleichzeitiger Aufnahme der Nahrung ausgerechnet.

Tabelle X.

Biereinfuhr	Harnquantum	Harnmengen in % der eingeführten Flüssigkeitsmengen
ccm	ccm	
900	630	70,0
1800	1659	92,2
900	636	70,6
1800	1588	88,2

In noch höherem Grade als die bei der Betrachtung der ausgeschiedenen Gesammtharnmengen tritt die diuretische Wirkung

des Biers beim Studium des zeitlichen Verlaufs der Harnausscheidung in jedem Versuch und der Untersuchung der einzelnen successiv entleerten Harnproben hervor.

Tabelle XI.

Versuche mit Trinken von 1 l Bier: Harnfluth.

Versuchs-nummer	Anfang nach	Gipfelpunkt während	Ende nach	Harnmenge pro 10 Min. während der Fluth	Spec. Gewicht	Harnmenge pro 10 Min. am Gipfelpunkt	Spec. Gewicht am Gipfelpunkt
	Min.	Min.	Min.	ccm		ccm	
29.	75	90—120	270	64	1,001	142 (227)	1,001
30.	45	75—105	165	90	1,001	138 (167)	1,001
31.	55	65—150	225	82	1,002	110 (154)	1,001
32.	60	90—135	180	17	1,003	42 (88)	1,002
	59	80—127	210	66	1,001	108 (227)	1,001

Im Grossen und Ganzen stimmt der Verlauf der Harnfluth in den Bierversuchen mit der durch Wassereinnahme bedingten überein. Jedoch wurde hier am Gipfelpunkte der Wirkung im Mittel 108, einmal sogar 227 ccm Harn in 10 Minuten abgesondert, wobei das specifische Gewicht fast immer bis zu 1,001 sank, während bei der Wasserharnfluth in demselben Zeitraum höchstens 48 ccm Harn von 1,002 zur Ausscheidung gelang.

Es musste nun festgestellt werden, ob diese auffallende Wirkung nur vom Bier hervorgerufen werde, oder ob auch andere alkoholische Getränke auf ähnliche Weise ihre Wirkung äussern. Zuerst wurde mit Wein experimentirt, über dessen diuretische Wirkung bereits von C. Ph. Falck[1]) und Rabuteau (a. a. O.) einige Untersuchungen angestellt wurden. Hier lasse ich die an mir und Dr. Kato angestellten Parallelversuche folgen.

1) Deutsche Klinik 1856 Nr. 42 S. 431.

Versuch 35. 19. Juli 1886.
Rothwein (Médoc).

		Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum in 10 Min.
7 Uhr	— Min.	Min.	ccm		ccm
8	—	60	90	1,020	15
8	30	30	70	1,019	23
9	—	30	245	1,001	82
9	15	15	380	1,001	253
9	30	15	215	1,001	143
9	45	15	276	1,001	184
10	—	15	110	1,001	73
10	15	15	100	1,001	67
12	—	105	154	1,021	11
		300	1640	1,005	55

Anmerkung. Am anderen Morgen weicher Stuhlgang.

Versuch 36. 19. Juli 1886. Person II.
Rothwein (Médoc).

		Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum in 10 Min.
7 Uhr	— Min.	Min.	ccm		ccm
8	—	60	105	1,014	17
8	30	30	420	1,001	140
9	—	30	167	1,001	56
9	15	15	255	1,001	170
9	30	15	205	1,001	137
10	30	60	265	1,001	44
11	—	30	62	1,011	21
12	—	60	110	1,015	18
		300	1589	1,003	58

Anmerkung. Um 8 Uhr 30 Min. wässeriger Stuhlgang; von 9 Uhr 40 Min. bis 10 Uhr 15 Min. Schlaf; Stuhlgang am anderen Morgen normal.

Das Ergebnis dieser Versuche war so frappant, dass ich die Wiederholung nicht für nothwendig hielt. Der Wein bewirkt eine noch stärkere Diurese als das Bier.

Die Harnmenge betrug im Mittel 1614 ccm in 5 Stunden, dieselbe pro 10 Minuten 54, das specifische Gewicht im Mittel 1,004. Eliminirt wurde also von der eingeführten Flüssigkeitsmenge 161,4 %, nach Abzug der Normalharnmenge 142,4 %.

Die Weinharnfluth fing im Mittel 90 Minuten nach dem Trinken an, erreichte zwischen 112—187 Minuten den Gipfelpunkt, endete nach 216 Minuten. Während der Harnfluth wurde durchschnittlich 108 ccm Harn von 1,001, am Gipfelpunkt derselben 151 ccm Harn (Maximum der getrennt aufgefangenen Portion 253 ccm) von 1,001 entleert.

IV. Versuche über den harnvermehrenden Körper im Bier und den anderen alkoholischen Getränken.

Ehe ich den Wein in meinen Versuchskreis zog, hatten wir bereits folgende Fragen gestellt: Welche von den Bestandtheilen des Biers können möglicherweise diuretische Wirkung haben? Welcher unter ihnen wirkt so stark, dass man ihm die harnvermehrende Wirkung des Biers zuschreiben könnte?

Zwei Körper sind im Bier enthalten, auf deren diuretische Wirkung man seit längerer Zeit aufmerksam gemacht hat: die Kohlensäure und der Weingeist. Scórczewski (a. a. O.) hat bereits entdeckt, dass mit CO_2 gesättigtes Wasser auffallend diuretisch wirke. Viel bekannter aber sind die H. Quincke'schen Versuche[1]), deren Anordnung von der in meinen Versuchen wenig differirt.

Dagegen findet man über die Wirkung des Alkohols auf die Harnabsonderung keine übereinstimmenden Angaben. Während W. A. Hammond[2]) und E Smith[3]) die Verminderung der Harnmenge nach Alkoholgenuss beobachtet zu haben wähnten, constatirten H. Weikart[4]), M. Perrin[5]), Rabuteau[6]), Marvand[7]) und L. Riess[8]) mehr oder weniger deutliche Ver-

1) Archiv der exp. Pathologie Bd. 7 S. 101; Landois, Physiologie 1886 S. 489; Binz, Vorlesungen über Pharmacologie 1886 S. 788.

2) The American Journal of the med. Sciences. Oct. 1856.

3) British medical Journal. Juli 1861.

4) Archiv der Heilkunde 1861 Bd. 2 Abth. 1 S. 69.

5) Comptes rendus 1864 t. 59 S. 257.

6) Union méd. 1870 S. 90, 91.

7) Recueil des mém. de médec. milit. 1872. Janv. et Fevr. p. 1; Mars et Avril p. 113; Mai et Juin p. 225.

8) Zeitschrift für klinische Medicin 1880 Bd. 2 S. 1; Binz' Vorlesungen S. 362.

mehrungen derselben. Auch findet man in Nothnagel und Rossbach[1]) nur eine flüchtige Notiz, dass die Urinmenge beim Alkoholgebrauch wachse, auch bei gleichbleibender Wasserzufuhr.

Im Folgenden theile ich meine Versuche über die Wirkung des kohlensauren Wassers und des Alkohols auf die Harnabsonderung mit. Das zum Versuche verwendete kohlensaure Wasser wurde von der O. Pachmayr'schen Fabrik (München) bezogen. Es enthielt durchschnittlich 271,5 mg Fixa im Liter. Es wurde auch nach Abdampfen der Flüssigkeit die Alkalescenz derselben gemessen; sie entsprach 16,7 mg K_2O im Liter. Den Alkohol genoss ich meist in 4 proc. Lösung (40 ccm absoluten Alkohol auf 1000 ccm mit Wasser verdünnt), entsprechend dem Alkoholgehalt des bayerischen Biers (nach Wagner[2]) 4,03 %), in einer Anzahl anderer Versuche wurden dagegen die 40 ccm Alkohol nur auf 100 ccm verdünnt, entsprechend einem kräftigen Branntwein.

a) Versuche mit 1000 ccm kohlensaurem Wasser.

Versuch 37. 7. Juli 1886.
Leichte Schweisssecretion.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr — Min.	Min.	ccm		ccm
7 45	45	82	1,018	18
8 45	60	140	1,006	23
9 45	60	76	1,007	13
10 30	45	75	1,019	20
11 15	45	26	1,025	6
12 —	45	25	1,025	5
	300	424	1,013	14

Versuch 38. 2. September 1886.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr — Min.	Min.	ccm		ccm
8 —	60	192	1,005	32
8 30	30	230	1,001	77
9 —	30	250	1,001	83
11 —	120	210	1,010	17
12 —	60	52	1,015	9
	300	934	1,005	31

1) Arzneimittellehre 1880 S. 369.
2) Chemische Technologie 1886 S. 636.

Versuch 39. 6. November 1886.
(Der Harn wurde frequent gesammelt aber auf einmal gemessen.)

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr 10 Min.	Min.	ccm		ccm
12 10	300	630	1,009	21

Versuch 40. 7. November 1886.
(Wie oben.)

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr 34 Min.	Min.	ccm		ccm
12 34	300	460	1,009	15

Versuch 41. 8. November 1886.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr 7 Min.	Min.	ccm		ccm
7 37	30	66	1,017	22
8 7	30	150	1,005	50
8 37	30	260	1,002	87
10 7	90	160	1,010	18
11 7	60	40	1,017	7
12 7	60	20	1,022	3
	300	696	1,007	23

b) Versuche mit 1000 ccm 4 proc. Alkohol.

Versuch 42. 12. Juli 1886.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr — Min.	Min.	ccm		ccm
7 40	40	350	1,005	87
8 30	50	460	1,001	92
10 —	90	140	1,009	15
10 30	30	21	1,016	7
11 —	30	15	1,020	5
11 30	30	12	1,023	4
12 —	30	12	1,023	4
	300	1000	1,005	33

Versuch 43. 16. Juli 1886.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr — Min.	Min.	ccm		ccm
8 —	60	410	1,001	68
8 20	20	380	1,001	190
8 45	25	219	1,001	88
10 —	75	110	1,009	15
11 5	65	32	1,014	5
12 —	55	27	1,020	5
	300	1178	1,002	39

Versuch 44. 23. Juli 1886. Person II.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
8 Uhr 20 Min.	Min.	ccm		ccm
9 20	60	210	1,017	35
9 50	30	220	1,001	73
10 20	30	250	1,001	83
10 50	30	30	1,013	10
11 20	30	18	1,021	6
11 50	30	16	1,021	5
12 20	30	16	1,021	5
12 50	30	15	1,023	5
1 20	30	15	1,023	5
	300	790	1,008	26

Versuch 45. 19. August 1886.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
8 Uhr — Min.	Min.	ccm		ccm
8 30	30	51	1,020	17
9 10	40	120	1,005	30
9 30	20	210	1,001	105
9 45	15	120	1,001	80
10 —	15	160	1,001	107
12 —	120	190	1,006	16
12 30	30	26	1,015	9
1 —	30	20	1,015	7
	300	897	1,003	30

Versuch 46. 29. October 1886.
(Frequent gesammelt, auf einmal gemessen.)

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
8 Uhr — Min.	Min.	ccm		ccm
1 —	300	940	1,004	31

In folgenden beiden Tabellen sind die Resultate der beiden vorhergehenden Versuchsgruppen zusammengestellt:

Tabelle XII.
5stündige Harnmenge nach 1 l kohlensaurem Wasser.

Versuchsnummer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
	ccm		ccm
37	424	1,013	14
38	934	1,005	31
39	630	1,009	21
40	460	1,010	15
41	696	1,007	23
Mittel:	629	1,009	21
Maximum:	934	1,013	31
		(1,025)	(87)
Minimum:	424	1,005	14
		(1,001)	(3)

Tabelle XIII.
5stündige Harnmenge nach 1 l 4proc. Alkohol.

Versuchsnummer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
	ccm		ccm
42	1000	1,005	33
43	1178	1,002	39
44	790	1,008	26
45	897	1,003	30
46	940	1,004	31
Mittel:	961	1,004	32
Maximum:	1178	1,008	39
		(1,023)	(190)
Minimum:	790	1,002	26
		(1,001)	(4)

Von 1000 ccm kohlensaurem Wasser resp. 4 proc. Alkohol wurde in 5 Stunden eliminirt:

Tabelle XIV.

	Mittel			Maximum			Minimum		
	in ccm	in % der eingeführten Menge	in % der eingeführten Menge minus normale Harnmenge nüchtern	in ccm	in % der eingeführten Menge	in % der eingeführten Menge minus normale Harnmenge nüchtern	in ccm	in % der eingeführten Menge	in % der eingeführten Menge minus normale Harnmenge nüchtern
Kohlensaures Wasser	629	62,9	43,9	934	93,4	70,9	424	42,4	28,6
Alkohol	961	96,1	77,1	1178	117,8	95,3	790	79,0	65,2

Das Verhalten der Harnfluth beim Genuss des kohlensauren Wassers und des 4 proc. Alkohols ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Tabelle XV.
Verhalten der Harnfluth.

	Versuchsnummer	Anfang nach	Höhe während	Ende nach	Harnmenge pro 10 Min.	Spec. Gewicht	Harnmenge pro 10 Min. am Gipfelpunkt	Spec. Gewicht am Gipfelpunkt
		Min.	Min.	Min.	ccm		ccm	
Kohlens. Wasser	37	105	—	165	18	1,006	—	—
	38	60	90—120	240	52	1,004	80 (83)	1,001
	41	60	—	180	52	1,005	—	—
		75	90—120	195	41	1,005	(80 83)	1,001
4 proc. Alkohol	42	40	90—90	180	65	1,004	92 (92)	1,001
	43	60	60—105	245	73	1,002	115 (190)	1,001
	44	90	90—120	150	55	1,002	78 (83)	1,001
	45	70	90—120	240	68	1,002	97 (107)	1,001
		65	82—109	204	65	1,002	95 (190)	1,001

Aus diesen Ergebnissen halte ich mich für berechtigt, folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Der Genuss von kohlensaurem Wasser und verdünntem Weingeist (4 %) hat die unverkennbare Wirkung, die Harnmenge in den nächsten Stunden zu vermehren.
2. Die Harnvermehrung findet nach Genuss der Alkohollösung in viel höherem Grade statt als nach dem des kohlensauren Wassers.

Die mittlere 5stündige Harnmenge betrug beim kohlensauren Wasser 629, beim Alkohol 961 ccm, die Harnmenge betrug pro 10 Minuten während der Harnfluth 41 resp. 65, am Gipfelpunkte derselben 80 resp. 95 (die beobachteten Maxima waren 83 resp. 190); das specifische Gewicht des Harns sank beim kohlensauren Wasser nur einmal auf 1,001 (Versuch 38), jedesmal beim Alkohol.

Diese Beobachtungen veranlassen mich nun, die Behauptung aufzustellen, dass an der harnvermehrenden Wirkung des Biers und anderer alkoholischer Getränke hauptsächlich der Alkohol selbst schuld ist. Dafür sprechen ausser den oben erwähnten Resultaten noch folgende Momente: 1. Die harnvermehrende Wirkung des Biers kann der Hauptsache nach nicht der Kohlensäure zugeschrieben werden, weil das über Nacht gestandene kohlensäurearme Bier ebenso grosse oder noch grössere harnvermehrende Wirkung zeigte als das frische (Versuche 29, 31). 2. Der Wein, der den höheren Alkoholgehalt (11 %) hat als das Bier, bewirkt weitaus beträchtlichere Vermehrung der Harnmenge als das Bier. 3. Die sonstigen Bierbestandtheile (Malzextract, Hopfenproducte etc.) zeigen, wie meine weiteren Versuche es lehrten, keine ausgesprochene Wirkung auf die Quantität des Harns (s. unten).

V. Versuche mit sonstigen Bierbestandtheilen und über die Ursache des sog. Biertrippers.

Es folgen hier die Versuche mit Malzextract und Hopfen; über die Biersalze habe ich nicht experimentirt.

Obgleich der Einfluss der Bierbestandtheile auf die Absonderung des Harns den Hauptzweck meiner Forschung bildete habe ich bei Versuchen mit Hopfenbestandtheilen auch auf einen

anderen Punkt mein Augenmerk gerichtet. Die von Laien so oft beobachtete Reizerscheinung im Gebiete des Urogenitalsystems beim Genuss des jungen Biers (»Biertripper«) wurde von Lintner [1]) der Wirkung des Hopfenharzes zugeschrieben. Auch Simanowsky (a. a. O.) äusserte, dass der oft quälende Harndrang bei relativ geringer Harnmenge in der Blase, der bei seinen Selbstversuchen nach dem Biergenuss auftrat, seine Ursache wohl in den mit dem Harn ausgeschiedenen Hopfenharzen und vielleicht andern Extractivstoffen habe. Doch war er geneigt, viele Fälle des sog. Biertrippers mit heftigeren Symptomen (Urethritis, Dysurie etc.) als ein durch Biergenuss hervorgerufenes wieder florid Werden einer unvollkommen geheilten specifischen Blenorrhoë aufzufassen. Merkwürdigerweise haben die Experimentatoren, die über die pharmakologische Wirkung des Hopfens arbeiteten, niemals ähnliches berichtet. Es sollen aber viele Kliniker Hopfenpräparate gegen nächtliche Pollutionen wirksam gefunden haben [2]), was wenigstens auf irgendeine Wirkung auf das Urogenitalsystem hindeuten könnte.

Bei Gelegenheit meiner diesbezüglicher Untersuchungen hatte Herr Geheimrath v. Pettenkofer die Güte, mich darauf aufmerksam zu machen, dass in München in früherer Zeit die Muskatnuss als prophylaktisches Volksmittel gegen die nachtheiligen Wirkungen des jungen Biers jeden Herbst von den routinirten Biertrinkern und zwar angeblich mit gutem Erfolg angewendet worden sei. Man habe damals sehr häufig Biertrinker sehen können, die ein kleines Reibeisen und eine Muskatnuss aus der Tasche zogen und sich etwas Muskatnusspulver auf das Bier rieben. Auch die Richtigkeit dieses Volksglaubens eines Antagonismus der Muskatnuss gegen die der Hopfenbestandtheile, welcher möglicherweise auf die sog. narkotische Wirkung der ersteren [3]) beruhen kann, beabsichtigte ich bei meinen Versuchen auch der Prüfung zu unterwerfen.

---

1) Lintner, Lehrbuch der Bierbrauerei. Braunschweig 1877.

2) Peschek, Allg. medicin. Centralzeitung 1855 S. 721; Sigmund Wiener med. Wochenschrift 1855 S. 279; Ricord; sämmtlich citirt in Binz' Vorlesungen S. 463.

3) The druggists circular and chemical gazette. 1880 p. 85.

Zu den Versuchen mit Malzextract diente ein aus der Münchener Hofapotheke bezogenes Präparat. Es wurden 76 g (= Trockensubstanz 61,8) des Extractes zu 1000 ccm verdünnt, so dass eine 6,18 proc. Lösung daraus entstand [1]). — Der Hopfen wurde jedesmal lufttrocken abgewogen, mit 1000 ccm Wasser abgekocht, das Filtrat wiederum zu 1000 ergänzt. Muskatnuss wurde grob pulverisirt und messerspitzenweise dem Getränke zugesetzt.

a) Versuche mit Malzextractlösung (1000 ccm).

Versuch 47. 14. Juli 1886.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr — Min.	Min.	ccm		ccm
8 —	60	76	1,022	13
9 —	60	110	1,010	18
9 30	30	19	1,010	6
10 —	30	50	1,010	17
10 30	30	12	1,020	4
11 —	30	25	1,020	8
12 —	60	34	1,020	6
	300	356	1,014	12

Versuch 48. 17. November 1886.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
6 Uhr 55 Min.	Min.	ccm		ccm
7 55	60	110	1,024	18
8 55	60	272	1,002	45
9 55	60	91	1,005	15
10 55	60	49	1,020	8
11 55	60	26	1,020	4
	300	548	1,009	18

1) Extractrest des Biers = 6,10 %; Wagner a. a. O. S. 636. — Extractrest des bayerischen Sommerschenkbiers = 4,37 bis 6,18 %; Hilger, Archiv der Pharmacie 1876 Bd. 5 S. 198.

b) Versuche mit Hopfendecoct (1000 ccm).

Versuch 49. 11. Juli 1886.

Decoct 4 : 1000.

		Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr	10 Min.	Min.	ccm		ccm
8	10	60	120	1,020	20
9	10	60	110	1,015	18
9	30	20	46	1,014	23
10	—	30	46	1,013	15
10	30	30	66	1,009	22
10	45	15	24	1,012	16
11	30	45	57	1,015	13
12	10	40	40	1,016	10
		300	509	1,012	17

Anm. Der heiss filtrirte Decoct aus 4 g lufttrockenem Hopfen wurde über Nacht in den Keller gestellt. Geschmack aromatisch bitter. Um 8 Uhr trat leichte Empfindlichkeit der Blasengegend auf, die sich allmählich steigerte und bis in die Nacht fortdauerte. Nach dem Uriniren Schmerzen am Blasenhalse.

Versuch 50. 23. Juli 1886.

Decoct 4 : 1000 mit Muskatnusszusatz.

		Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
8 Uhr	20 Min.	Min.	ccm		ccm
9	20	60	50	1,020	8
9	50	30	21	1,020	7
10	20	30	26	1,015	9
10	50	30	25	1,015	8
11	20	30	25	1,015	8
11	50	30	16	1,021	5
12	20	30	15	1,022	5
12	50	30	12	1,022	4
1	20	30	12	1,022	4
		300	202	1,018	7

Anm. Keine Reizungserscheinung.

Versuch 51. 26. Juli 1886.

Decoct 4 : 1000.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr — Min.	Min.	ccm		ccm
8 15	75	54	1,020	7
9 15	60	31	1,020	5
9 45	30	12	1,020	4
10 30	45	25	1,020	5
11 15	45	20	1,020	4
11 45	30	12	1,022	4
12 —	15	18	1,022	12
	300	171	1,021	6

Anm. Um 9 Uhr starke Schweisssecretion; um 11 Uhr 15 Minuten Schmerzen an der Blasengegend, besonders nach dem Uriniren.

Versuch 52. 9. November 1886.

(Successiv entleert; zusammen gemessen.)

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr 10 Min.	Min.	ccm		ccm
12 10	300	540	1,007	18

Anm. Um 4 Uhr p. m. fing ein drückendes Gefühl in der Blasengegend an. Häufiger Harndrang, Empfindlichkeit der Urethra beim Uriniren. Vor dem Abendessen hörte die Erscheinung spontan auf. Momentaner Schmerz der Blasengegend Nachts beim Uriniren.

Versuch 53. 10. November 1886.

5 g lufttrockene Substanz : 1000.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr 10 Min.	Min.	ccm		ccm
8 40	90	330	1,005	37
9 10	30	80	1,004	27
12 10	180	160	1,010	9
	300	570	1,006	19

Anm. Anfang der Reizerscheinung um 12 Uhr; um 1 Uhr beim Mittagessen Muskatnussgebrauch; Aufhören des Reizzustandes um 1/2 3 Uhr; leichte Empfindlichkeit der Blasengegend um 10 Uhr p. m. beim Uriniren.

Versuch 54. 19. November 1886.
5 : 1000 mit Muskatnuss.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr 20 Min.	Min.	ccm		ccm
12 20	300	390	1,010	13

Anm. Keine Reizerscheinung.

Nach der Einnahme von 100 ccm Malzextractlösung wurde also in 5 Stunden durchschnittlich 452 ccm Harn von 1,011 specifischem Gewicht entleert (Mittel pro 10 Minuten = 15 ccm). Versuch 51 machte es wahrscheinlich, dass auch das Malzextract in geringem Grade harnvermehrend wirkt; doch schien es mir ohne Interesse, die Versuche zu wiederholen.

Noch unbedeutender wirkt das Hopfendecoct auf die Menge des abgesonderten Harns, wie es folgende Tabelle veranschaulicht.

Tabelle XVI.
Versuche mit 1 l Hopfendecoct.

Versuchsnummer	Harnmenge	Spec. Gewicht	Harnmenge pro 10 Min.
	ccm		ccm
49	509	1,012	17
50	202	1,018	7
51	171	1,021	6
52	540	1,007	18
53	570	1,006	19
54	390	1,010	13
Mittel:	397	1,010	13
Maximum:	570	1,021 (1,022)	19 (37)
Minimum:	171	1,006 (1,004)	6 (4)

Andererseits gestatten die Hopfenversuche folgende interessante Schlussfolgerungen:

1. Die Einnahme der Hopfenabkochung ruft regelmässig einen Reizzustand des Urogenitalsystems hervor. Derselbe besteht in Druckgefühl an der Blasengegend, welches sich allmählich zu Schmerzen steigert,

häufigem Harndrang, Empfindlichkeit resp. Schmerzen während des Urinirens oder nach demselben (Versuche 49, 51, 52 und 53). Die Dauer dieses Zustandes betrug nach der Einnahme eines Decoctes aus 4 g Hopfen einmal über 15 Stunden (Versuch 49).

2. Der gleichzeitige Genuss geringer Mengen pulverisirter Muskatnuss verhindert das Auftreten der Reizerscheinung durch Hopfenabkochung (Versuche 50, 54). Nachträglicher Gebrauch der Muskatnuss ist aber nicht im Stande, die einmal eingetretenen Reizerscheinungen zu coupiren (Versuch 53).

Damit wird die Lintner'sche Behauptung, dass der sog. Biertripper den Hopfenbestandtheilen zuzuschreiben sei, experimentell bewiesen. Welcher von den Hopfenbestandtheilen der wirksame Körper bei diesen Erscheinungen ist, bedarf noch weiterer Forschung. Sehr gut stimmt zu meinen Beobachtungen die Thatsache, dass junge Biere, die reichlicher »Hopfenharz« enthalten als ältere, stärker reizend wirken.

Um einen Rückblick auf alle bisher erwähnten Trinkversuche zu ermöglichen, habe ich folgende Generaltabelle zusammengestellt, wobei die Arten der Versuche nach der zunehmenden mittleren Harnmenge aus sämmtlichen Versuchen geordnet sind. Ausserdem finden sich in ihr, um eine leichte Controle des Grades der Uebereinstimmung der einzelnen Versuche zu gestatten und einen sicheren Maassstab für die Zuverlässigkeit der Schlüsse zu bieten, die Minimal- und Maximalharnmengen angegeben, die bei der betreffenden Art von Versuchen gewonnen wurden.

Besondere Betrachtung verdienen in nachstehender Tabelle die Minima des specifischen Gewichtes und die Maxima der Harnmengen pro 10 Minuten bei den Einzelmessungen der getrennt aufgefangenen Harnportionen. Die letzteren zeigen unter einander die grössten Differenzen. Während nach Einfuhr von 1000 ccm Wasser, Malzextractlösung und Hopfendecoct die Maximalharnmengen pro 10 Minuten nur zwischen 37 und 48 ccm schwankten, wurden durch dieselbe Menge kohlensaures Wasser 87, 4 proc. Alkohol

190, Bier 227 und Wein 253 ccm Harn am Gipfelpunkte der Harnfluth abgesondert!

Tabelle XVII.

	Harnmenge			Specifisches Gewicht					Harnmenge pro 10 Min.				
	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Maximum		Minimum		Mittel	Max.		Min.	
					A.	B.	A.	B.		A.	B	A.	B.
Hunger { Einm. Entl.	164	190	130	1,021	1,025	—	1,020	—	5	6	—	4	—
Hunger { Freq. Entl.	190	225	138	1,021	1,024	1,025	1,017	1,015	6	7	15	5	2
Wasser 100 ccm . .	191	220	169	1,021	1,025	1,028	1,018	1,012	7	9	19	5	4
Frühstück 200 ccm .	295	355	200	1,019	1,022	1,025	1,017	1,015	10	12	23	7	4
Alkohol 40 % 100 ccm [1])	330	391	265	1,015	1,019	1,027	1,011	1,004	11	13	28	9	5
Wasser 1000 ccm . .	385	560	155	1,014	1,029	1,033	1,008	1,002	13	19	48	5	3
Hopfendecoct 1000 ccm	397	570	171	1,010	1,021	1,022	1,006	1,004	13	19	37	6	4
Malzextract 1000 ccm	452	547	356	1,011	1,014	1,024	1,009	1,002	15	18	45	12	4
CO_2 Wasser 1000 ccm	629	934	424	1,009	1,015	1,025	1,005	1,001	21	31	87	14	3
Alkohol 4 % 1000 ccm	961	1178	790	1,004	1,008	1,023	1,002	1,001	32	39	190	21	4
Bier 1000 ccm . . .	1012	1405	728	1,004	1,006	1,022	1,003	1,001	34	47	227	31	4
Wein 1000 ccm . . .	1614	1640	1589	1,004	1,005	1,021	1,003	1,001	54	55	253	53	11

Anm. Die Colonnen A enthalten die höchsten, resp. niedrigsten Werthe, die in allen Versuchen der jedesmaligen Gruppe am gemischten Gesammtharn erhalten wurden; die Colonnen B das gleiche, aber in Beziehung auf die einzelnen getrennt aufgefangenen Harnportionen.

Diese Generaltabelle habe ich der graphischen Darstellung Fig. I zu Grunde gelegt, wobei die Verhältnisse der einzelnen Versuchsgruppen zu einander noch bedeutend an Uebersichtlichkeit gewinnen. Es fällt dabei namentlich auf, wie merkwürdig genau das Mittel aller Versuche einer Gruppe fast jedesmal auch das Mittel aus Minimum und Maximum der betreffenden Gruppe darstellt.

Fig. II (p. 386) stellt die zeitliche Vertheilung der 5 stündigen Harnmengen im Flächenmaass dar. Für jedes Getränk sind zwei Curven gezeichnet, einmal die grösste und andersmal die kleinste beobachtete Harnmenge darstellend, die in einem der sechs Versuche der betreffenden Gruppe beobachtet wurde. Es konnten allerdings nicht ganz ausschliesslich die Maximal- und Minimalergebnisse gewählt werden, weil bei ihnen zuweilen die portionsweise entleerten Harnmengen nicht getrennt gemessen wurden; in diesen Fällen sind die nächst höheren oder niederen Werthe aufgezeichnet. Die Doppelspitzen bei der graphischen Darstellung der Weinversuche sind darauf zurückzuführen, dass das Trinken von 1000 ccm Wein eine längere Zeit in

1) Vgl. unten Tabelle XX.

Anspruch nahm als das der anderen Getränke, so dass die Resorption resp. Ausscheidung nicht gleichmässig vor sich gehen konnte.

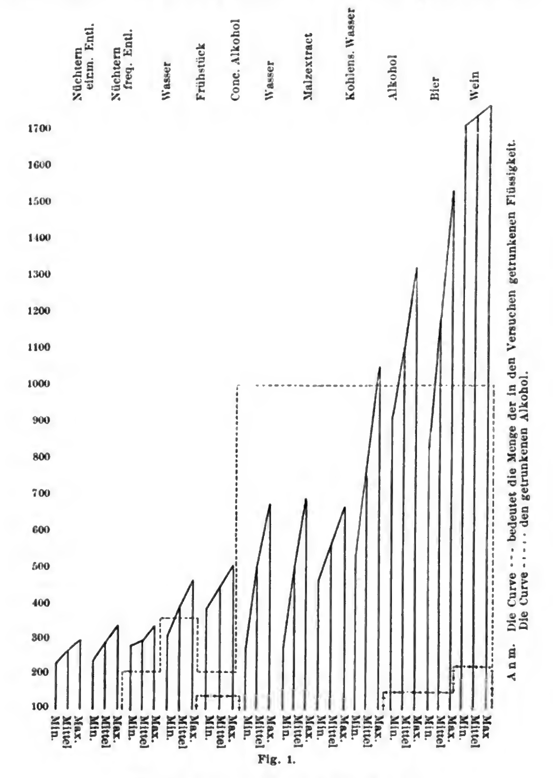


Fig. 1.

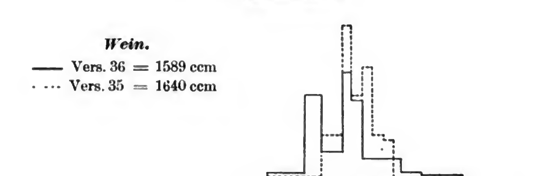
VI. Controlversuche bei den Bayern.

Alle bisher erwähnten Versuche wurden nur an Niponern, den Versuchspersonen I und II, angestellt. Die Verallgemeinerung

der Ergebnisse erschien mir aber erst dann statthaft, wenn die Versuche auch an Personen anderer Nationalität und demgemäss

Zeitliche Vertheilung der Harnsecretion auf die 5 Versuchsstunden.

—— Minimalresultat.
····· Maximalresultat.



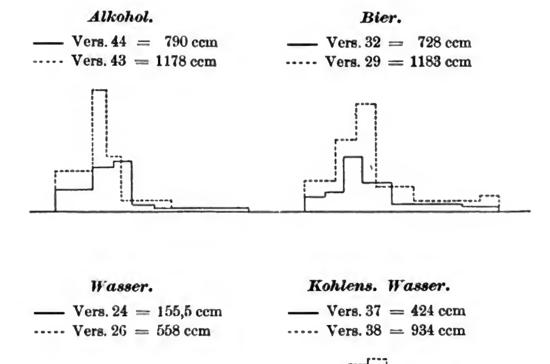


Fig. 2.

verschiedener Lebensweise unter denselben Umständen wiederholt gleiche Resultate lieferten.

Tabelle XVIII.

Resultate der Gesammt-Controlversuche.

	Hunger (freq. Entl.)				Wasser 100 ccm				Wasser 1000 ccm				Bier 1000 ccm				Alkohol 4 proc. 1000 ccm			
	Vers.-Nr.	Datum	Quantum	Spec. Gewicht	Vers.-Nr.	Datum	Quantum	Spec. Gewicht	Vers.-Nr.	Datum	Quantum	Spec. Gewicht	Vers.-Nr.	Datum	Quantum	Spec. Gewicht	Vers.-Nr.	Datum	Quantum	Spec. Gewicht
Versuchsperson III	55	6. Dec. (1886)	ccm 181	1,024	58	10. März (1887)	ccm 320	1,023	64	3. Dec. (1886)	ccm 540	1,014	68	2. Dec. (1886)	ccm 1230	1,007	72	12. Dec. (1886)	ccm 1575	1,005
	56	13. Dec.	345	1,024	59	14. März	260	1,023	65	8. Dec.	708	1,010	69	4. Dec.	1177	1,003	73	21. Dec.	1390	1,006
	57	14. „	212	1,025	60	17. „	345	1,023	66	10. „	461	1,016	70	9. „	1510	1,007	74	22. „	1382	1,004
					61	19. „	320	1,024	67	15. „	815	1,013	71	11. „	1201	1,004				
					62	21. „	300	1,023												
					63	22. „	340	1,023												
			246	1,024			314	1,023			843	1,013			1279	1,005			1449	1,005
IV.	75	6. Dec.	402	1,016					77	3. Dec.	923	1,012	80	2. Dec.	984	1,010				
	76	13. „	680	1,016					78	8. „	569	1,014	81	4. „	1043	1,009				
									79	10. „	764	1,013	82	7. „	801	1,008				
													83	9. „	1140	1,008				
													84	11. „	889	1,009				
			541	1,016							752	1,013			971	1,009				
V.	85	14. Dec.	162	1,024					86	15. Dec.	494	1,009	88	17. Dec.	1215	1,007	90	22. Dec.	1299	1,004
									87	18. „	820	1,008	89	19. „	1047	1,004				
			162	1,024			314	1,023			657	1,008			1131	1,006			1249	1,004
aus allen Control-Versuchen	Mittel		316	1,019			314	1,023			751	1,011			1127	1,008			1374	1,005
	Maximum		680	1,025 (1,030)			345	1,024			923	1,016 (1,031)			1510	1,010 (1,032)			1575	1,006 (1,025)
	Minimum		162	1,016 (1,015)			260	1,023			461	1,008 (1,002)			801	1,003 (1,001)			1299	1,004 (1,001)

Die zu diesem Zwecke bei den Versuchspersonen III, IV und V, sämmtlich Bayern, angestellten Untersuchungen ergaben die vorstehenden Zahlen auf der Tabelle XVIII S. 387.

Die an der Versuchsperson III gewonnenen Resultate stimmen mit den an den Niponern gewonnenen ziemlich genau überein. Der ganze Unterschied zwischen beiden liegt in der relativ grösseren Menge und dem relativ höheren specifischen Gewichte des Harns bei der Versuchsperson III als bei den Niponern, was sich leicht durch die Verschiedenheit des Körpergewichtes erklären lässt. Ausserdem zeigte sich bei den Bayern meist eine grössere Harnmenge nach blossem Wassertrinken als bei den Niponern, wodurch bei letzteren der Unterschied der Harnmenge nach Genuss von 1 l Wasser mit oder ohne Alkohol meist noch stärker erschien als bei den Bayern. Bei den übrigen Versuchspersonen (IV und V) traf ich einige Unregelmässigkeiten, welche wahrscheinlich in der schwer zu controlirenden Lebensweise ihren Grund haben.

Trank die Versuchsperson V in der dem Versuchstage vorangehenden Nacht 2 l Bier, was eine vermehrte Absonderung des Nachtharns resp. eine Wasserarmuth des Körpers nach sich zog, so blieb nach der Verabreichung von 1 l 4 proc. Alkohol die diuretische Wirkung fast gänzlich aus, obgleich das specifische Gewicht des Harns einmal zu 1,001 sank[1]):

Versuch 91. 21. December 1886. Person V.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr — Min.	Min.	ccm		ccm
7 30	30	9	1,030	3
8 —	30	9	1,030	3
8 30	30	16	1,030	5
9 —	30	77	1,005	26
9 30	30	175	1,001	58
10 —	30	60	1,008	20
10 30	30	28	1,018	9
11 —	30	22	1,020	7
11 30	30	22	1,025	7
12 —	30	20	1,022	7
	300	438	1,009	14

1) Vgl. W. Roberts, Edinburgh med. Journal. March. 1860 p. 817, 906.

Abgesehen von diesen schwer vermeidbaren Unregelmässigkeiten vermochten die Controlversuche das Gesammtbild der früher gewonnenen Resultate in keiner Weise zu trüben. In folgender Tabelle werden die Mittelwerthe bei den Niponern mit denjenigen bei den Bayern nebeneinander aufgezeichnet.

Tabelle XIX.
Vergleichung der Haupt- und Controlversuche.

Einnahme	Harnmenge ccm		Specifisches Gewicht	
	A	B	A	B
Hunger freq. Entl. . .	190	316	1,021	1,019
Wasser 100 ccm . . .	191	314	1,021	1,023
Wasser 1000 ccm . . .	385	751	1,014	1,011
4 proc. Alkohol 1000 ccm	961	1374	1,004	1,005
Bier 1000 ccm	1012	1127	1,004	1,008

Anm. Die Colonnen A enthalten die Mittelwerthe bei den Versuchspersonen I und II (Niponern); die Colonnen B dieselben bei den Versuchspersonen III, IV und V (Bayern).

VII. Versuch, die Alkoholdiurese theoretisch zu erklären.

Wenn wir nun auch die diuretische Wirkung des Biers mit Sicherheit auf die des Alkohols zurückgeführt haben, so ist es doch nicht leicht, eine befriedigende Theorie dieser Wirkung aufzustellen. Folgende vier Möglichkeiten sind zur Erklärung der Polyurie zulässig:

1. Der Alkohol, der nach Tappeiner[1]) mit hervorragender Geschwindigkeit vom Magen resorbirt wird und die Resorption von Zucker und Salzen befördert, bedingt gleichzeitig auch eine raschere Resorption des Wassers, und die abnorm rasche Wasseraufnahme in's Blut steigert, ähnlich wie Wasserinjectionen in die Gefässe, den Blutdruck, so dass die acute Hydrämie zur acuten Hydrurie führt.

Um dies behaupten zu können, musste erst die Frage entschieden werden, ob die in früheren Versuchen angewendete

1) Zeitschrift für Biologie Bd. 16 S. 497.

Menge des absoluten Alkohols auch in geringerem Grade der Verdünnung, also bei gleichzeitiger Zufuhr einer kleineren Menge des Wassers noch deutlich diuretisch wirkt. Das Resultat der zu diesem Zwecke anzustellenden Versuche, z. B. mit Trinken von 100 ccm 40 proc Alkohol, muss, wenn obige Vermuthung richtig ist, ein negatives sein; denn die Resorption von 100 ccm Wasser übt keinen merklichen Einfluss auf die Harnmenge aus (Versuche 20—22 und 58—63). Die Versuche liessen in der That keine deutliche diuretische Wirkung erkennen[1]), wie es aus folgender Tabelle ersichtlich ist.

Tabelle XX.

Versuche mit 100 ccm 4 proc. Alkohol.

Versuchs-nummer	Datum	Harnmenge in 5 Std.	Spec. Gewicht	Harnmenge pro 10 Min.
		ccm		ccm
92	21. Juli 1886	265	1,013	9
93	11. Nov.	323	1,019	11
94	16. „	391	1,011	13
	Mittel	330	1,015	11
	Maximum	391	1,019 (1,027)	13 (28)
	Minimum	265	1,011 (1,004)	9 (5)

Versuchsperson III.

Versuchs-nummer	Datum	Harnmenge in 5 Std.	Spec. Gewicht	Harnmenge pro 10 Min.
		ccm		ccm
95	11. März 1887	270	1,023	9
96	12. März	533	1,015	18
97	15. „	290	1,023	10
98	16. „	410	1,020	14
99	18. „	340	1,022	11
100	20. „	320	1,023	11
	Mittel	360	1,022	12
	Maximum	533	1,023	18
	Minimum	270	1,015	9

1) Ueber Versuch 96 s. unten.

Da aber diese Versuche vielleicht aus dem Grunde keine evident diuretische Wirkung ergaben, weil der Organismus im Augenblicke des Versuchs überhaupt an Wasser arm war, schlug mir Herr Dr. Lehmann vor, nach vorhergehender reichlicher Zufuhr und Resorption von Wasser und somit im wasserreichen Zustande des Organismus aber bei wieder leerem Magen die Wirkung solch' concentrirten Alkohols zu untersuchen. Blieb auch jetzt eine verstärkte Diurese aus, so war dargethan, dass der Alkohol in erster Linie auf die Resorption beschleunigend wirke und erst secundär die Excretion beeinflusse — während, wenn jetzt eine harnvermehrende Wirkung hervortrat, dies dazu zwingen musste, allerwenigstens neben der wachsenden Resorption noch andere Ursachen für die Diurese zu suchen.

In folgenden Versuchen wurde 2 ¼—4 ¼ Stunden nach der Zufuhr von 900 ccm Wasser 40 ccm absoluter Alkohol in 100 ccm Wasser verabreicht. Die Alkoholeinfuhr fand, wie leicht aus den Protokollen ersichtlich, jedesmal nach Ablauf der Wasserdiurese statt; es konnte in diesem Falle von irgend nennenswerther Wirkung des Alkohols auf die Wasserresorption vom Magen keine Rede sein, — da die Thierversuche Scórczewski's (a. a. O.) längst ergaben, dass die Wasserdiurese immer erst nach Vollendung der Wasserresorption anfängt, und da bei meinen Versuchen die Alkoholeinfuhr erst nach Ablauf der Wasserdiurese erfolgte.

Versuch 101. 2. December 1886.
900 ccm Wasser.

		Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
6 Uhr	30 Min.	Min.	ccm		ccm
7	—	30	75	1,022	25
7	30	30	60	1,006	20
8	—	30	90	1,005	30
8	30	30	80	1,007	27
9	—	30	75	1,010	25
9	15	Getrunken 100 ccm des 40 proc. Alkohols.			
10	—	60	170	1,002	28
10	30	30	320	1,001	107
11	—	30	280	1,001	93
11	30	30	39	1,007	13
		300	1189	1,004	40

Versuch 102. 3. December 1886.
900 ccm Wasser

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr 5 Min.	Min.	ccm		ccm
7 45	40	67	1,020	14
8 25	40	154	1,003	38
9 5	40	140	1,004	35
9 45	40	120	1,004	30
10 25	40	94	1,005	23
	Getrunken 100 ccm des 40 proc. Alkohols			
10 55	30	52	1,010	17
11 25	30	340	1,001	113
11 55	30	340	1,001	113
12 5	10	30	1,002	30
	300	1337	1,003	45
12 Uhr 35 Min.	30	33	1,013	11[1])
12 50	15	10	1,015	7

Versuch 103. 18. December 1886. Person III.
1 l Wasser.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
6 Uhr — Min.	Min.	ccm		ccm
6 30	30	14	1,020	5
7 —	30	170	1,007	57
7 30	30	130	1,004	43
8 —	30	40	1,016	13
8 15	Getrunken 100 ccm des 40 proc. Alkohols			
8 30	30	48	1,020	16
9 —	30	210	1,005	70
9 30	30	330	1,001	110
10 —	30	430	1,001	143
10 30	30	180	1,001	60
11 —	30	32	1,012	11
	300	1584	1,004	53
12 Uhr — Min.	60	48	1,022	

1) Die Harnausscheidung wurde länger als 5 Stunden verfolgt, um den Zeitpunkt zu bestimmen, in dem das specifische Gewicht das Ende der Harnfluth anzeigt.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die so evident auftretende Alkoholdiurese keinenfalls auf der Begünstigung der Magenresorption allein beruhen kann; denn die Diurese bleibt beim Alkoholgenuss niemals aus, wenn dem Organismus resp. dem Blute die zur Polyurie nöthige Wassermenge zu Gebote steht, und die mit dem Alkoholgenuss gleichzeitige Zufuhr einer grossen Wassermenge in den Magen kann mit gleichem Erfolg auch durch eine dem Alkoholgenuss lange Zeit vorhergehende ersetzt werden.

Ausnahmsweise scheint aber der Alkohol auch im concentrirten Zustande ohne jede absichtliche, vorhergehende Wasserzufuhr diuretisch zu wirken. Dies ist der Fall, wenn die Versuchsperson sich in einem besonders wasserreichen Zustande befindet. So zeigte der oben erwähnte Versuch 96 bei den portionsweise vorgenommenen Einzelmessungen folgendes charakteristisches Bild:

Versuch 96. 12. März 1887. Person III.

100 ccm des 40 proc. Alkohols.

	Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
7 Uhr 30 Min.	Min.	ccm		ccm
8 —	30	29	1,024	10
8 30	30	125	1,010	42
9 —	30	130	1,005	43
9 30	30	58	1,014	19
12 30	180	191	1,021	10
	300	533	1,015	18

Dieselbe Versuchsperson (III) vermochte einmal sogar nach einer abgelaufenen Bierdiurese durch eine Gabe von 100 ccm 40 proc. Alkohols mehr als 600 ccm Harn zu liefern:

Versuch 104. 17. December 1886. Person III.
1 l Bier.

		Dauer	Quantum	Spec. Gewicht	Quantum pro 10 Min.
6 Uhr	— Min.	Min.	ccm		ccm
6	30	30	55	1,025	18
7	—	30	200	1,006	67
7	30	30	440	1,001	147
8	—	30	270	1,001	90
8	30	30	91	1,015	30
9	—	30	65	1,020	24
9	30	30	30	1,020	10
10	—	30	41	1,021	14
10	15	Getrunken 100 ccm des 40 proc. Alkohols			
10	30	30	74	1,020	25
11	—	30	310	1,001	103
		300	1576	1,006	52
11 Uhr	30 Min.	30	230	1,004	
12	—	30	18	1,025	

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass es sich hier um die Entleerung einer vorher aufgespeicherten Wassermenge handelt, welche bei der vom Biergenuss herrührenden Harnabsonderung nicht vollständig ausgeschieden werden konnte, — und die Versuche 95, 97, 98, 99 und 100 beweisen zur Genüge, dass jede deutliche Diurese durch eine geringe Quantität des concentrirten Alkohols ohne gleichzeitige oder vorhergehende Wasserzufuhr als ein Ausnahmsfall zu betrachten ist.

2. Der Alkohol wirkt in der mässigen Dose, um die es sich bei meinen Versuchen handelt, verstärkend auf die Herzaction; dabei steigen der Blutdruck und die Harnmenge.

Dieser Umstand darf wohl als nebensächlicher Factor mit zur Erklärung der Diurese nach Biergenuss herangezogen werden. Die verstärkende Wirkung des Alkohols auf Kraft und Zahl der Pulsschläge fehlt, wie es R. Maki's Experimente[1]) erwiesen,

1) Ueber den Einfluss des Camphers, Coffeïns und Alkohols auf das Herz. Dissert. Strassburg 1884. — Vgl. H. Weikart Archiv der Heilkunde 1861 S. 69; J. Mays, Therap. Gaz. 1885 Febr. p. 73.

nach mässigem Alkoholgenuss selten, und es wird sich nur fragen, ob nicht oftmals eine Erweiterung der peripherischen Gefässe durch den Alkohol die sonst sicher eintretende Vermehrung des Blutdrucks compensirt. Nach J. Rawlow[1]) steigert Wasser allein (resp. Fleischbrühe) nach Resorption vom Magen aus bei dem hungernden Hunde den Blutdruck nie, doch sind allerdings Thierversuche, wie Nothnagel und Rossbach (a.a.O.) mit Recht hervorheben, zur Untersuchung geringer Einflüsse auf den Blutdruck sehr wenig geeignet, weil uncontrolirbare, äussere Einflüsse oft sehr wesentlich auf den Blutdruck wirken.

3. Der Alkohol wirkt direct auf die Gefässe der Niere erweiternd ein, die reichliche Durchströmung der Niere mit Blut vermehrt die Harnmenge.

Gegen diese Vermuthung spricht die Thatsache, dass Kobert[2]) in seiner neuen grossen Arbeit »Ueber die Beeinflussung der peripherischen Gefässe durch pharmacologische Agentien« vom Alkohol keinen Einfluss auf die Blutgefässe nachweisen konnte; allerdings wurden leider nur Schenkelgefässe, nicht Nierengefässe untersucht, doch verhielten sich bei anderen Substanzen die Nieren- und Schenkelgefässe, wo beide untersucht wurden, meist qualitativ gleich.

4. Der Alkohol wirkt direct auf die Nierenepithelien reizend ein.

Diese Art der Wirkung, auf welche neuerdings v. Schröder (a. a. O.) die harntreibende Wirkung des Coffeïns zurückführte, scheint auch bei der Alkoholdiurese die Hauptrolle zu spielen. Ausser der vergleichenden Betrachtung obiger Versuche mit verdünntem und concentrirtem Alkohol bei verschiedenem Wassergehalt des Organismus berechtigt mich noch der Umstand zu dieser Vermuthung, dass alle anderen Möglichkeiten entweder gar nicht oder nur beschränkt als ursächliche Momente herangezogen werden können. Die nothwendige Prüfung dieser Annahme auf directem resp. vivisectorischem Wege ist der weiteren Forschung vorbehalten. Jedenfalls bestünde aber der wichtige Unterschied zwischen Alkohol

1) Pflüger's Archiv Bd. 20.

2) Archiv für exp. Pathologie u. Pharmacologie 1886 S. 77.

und Coffeïn, dass die Epithelreizung durch ersteren nur dann einen reichlichen Harn liefert, wenn reichliches Wasser im Körper vorhanden ist, während die Coffeïnreizung die Nierenepithelien befähigt, auch dem wasserarmen Körper noch Wasser zu entziehen.

Anhang.

Versuche über die Elimination des Jodkaliums durch den Harn mit und ohne Alkoholzugabe.

Nachdem es mir gelungen war, die Vermehrung der Wasserausscheidung durch den Harn nach Aufnahme von Bier auf dessen Alkoholgehalt zurückzuführen, legte ich mir die Frage vor, ob nicht der Alkohol in ähnlicher Weise die Elimination von in Wasser gelösten Stoffen steigere, wie die des Wassers selbst. Als geeignetste Substanz zu diesen Zwecken erschien mir Jodkalium, das leicht nachweisbar und bestimmbar und in mässigen Mengen genossen vollkommen unschädlich ist.

Bevor ich aber auf die eigentlichen Resultate dieser Versuche übergehe, will ich einer nebenbei gemachten Beobachtung gedenken, die den Einfluss des Jodkaliums auf die Harnmenge betrifft.

Duchesne[1]) constatirte bei Jodnatrium und anderen Jodpräparaten leichte Zunahme der Harnmenge in der ganzen Anwendungszeit oder in den ersten Tagen derselben, worauf mehrere Tage dauernde Verminderung der Harnabsonderung folgte. Jodkalium lieferte bei seinen Versuchen keine Harnmengen, die ausserhalb der normalen Grenzen lagen.

In folgenden beiden Versuchen wurde 1 g Jodkalium in 1000 ccm 4 proc. Alkohol eingeführt. Die danach gewonnene Harnmenge übertrifft deutlich die in den oben erwähnten Versuchen mit 1000 ccm 4 proc. Alkohol erhaltene, während die letzteren Fälle in 5 Stunden nur 897 (Versuch 45) — 1178 ccm (Versuch 43) Harn lieferten, wurden hier in demselben Zeitraume einmal 1252, und anderesmal 1380 ccm Harn entleert.

1) Contributions à l'étude des iodiques etc. 1885. 4. p. 140.

Versuch 1. 20. August 1886.

	Dauer	Harnmenge	Spec. Gewicht	Harnmenge pro 10 Min.
9 Uhr 15 Min.	Min.	ccm		ccm
9 50	35	290	1,015	83
10 15	25	380	1,001	152
10 30	15	210	1,001	140
10 45	15	173	1,001	115
11 15	30	74	1,003	25
12 15	30	91	1,015	30
2 15	120	24	1,015	20
	300	1252	1,006	42

Versuch 2. 14. October 1886.

	Dauer	Harnmenge	Spec. Gewicht	Harnmenge pro 10 Min.
9 Uhr 30 Min.	Min.	ccm		ccm
10 30	60	500	1,001	83
11 —	30	500	1,001	167
11 30	30	205	1,001	68
12 30	60	125	1,009	21
2 30	120	50	1,020	4
	300	1380	1,002	46

Folgende nur 3 Stunden fortgesetzte Versuche mit Trinken von wässeriger Jodkaliumlösung mögen zur weiteren Bestätigung der harnvermehrenden Wirkung dieses Medicamentes dienen. Zum Vergleich werden die 3 stündigen Harnmengen aus den früheren Versuchen mit derselben Quantität Wasser ohne Jodkalium daneben aufgezeichnet.

Tabelle I.
3 stündige Harnmenge nach Genuss von 1000 ccm Wasser mit und ohne Jodkalium:

Versuchsnummer	Datum	1 g KJ in 1000 ccm Wasser: Dauer	Harnmenge	Spec. Gewicht	Harnmenge pro 10 Min.
		U. M. U. M.	ccm		ccm
3	24. Aug. 1886	8 45 — 11 45	500	1,010	28
4	26. Aug.	8 45 — 11 45	450	1,009	25
5	19. Oct.	9 36 — 12 36	599	1,006	33
6	25. Oct.	9 30 — 12 30	460	1,010	25
7	3. Nov.	8 15 — 11 15	1000	1,003	55

1000 ccm Wasser				
Vers.-Nr. der Hauptabhandlung	Dauer	Harnmenge	Spec. Gewicht	Harnmenge pro 10 Min.
	U. M. U. M.	ccm		ccm
24	6 50 — 9 50	107	1,025	6
25	7 — — 10 —	213	1,015	12
27	7 30 — 9 30	260	1,010	14

Zunächst stellte ich mir die Aufgabe, den Einfluss des Alkohols auf das erste Auftreten des Jodkaliums im Harn qualitativ festzustellen. Eine Anzahl Versuche mit Genuss von 0,2 bis 1,0 g Jodkalium in 100—1000 ccm Wasser ohne Alkohol ergab Werthe, die mit den bisher in der Literatur veröffentlichten Angaben bei gesunden Menschen befriedigend übereinstimmten (vgl. Tabelle II). E. Welander[1]), G. Bachrach[2]), A. Scholze[3]), Julius Wolff[4]), Penzoldt und Faber[5]), G. Sticker[6]) und G. Büchner[7]).

Was die Methode der Untersuchung anbelangt, so habe ich von Versuch 8—13 die Jodstärkereaction abwechselnd mit der Schwefelkohlenstoff- resp. Chloroformreaction angewendet. Bald habe ich mich aber überzeugt, dass die Chloroformreaction mit Chlorwasser oder Salpetersäure für meinen Zweck hinreichend sicher und zugleich äusserst einfach auszuführen ist, ich habe mich deshalb in allen weiteren Versuchen ohne Ausnahme dieser Reaction bedient.

Die folgenden Tabellen, die kurz meine zahlreichen Versuche mit und ohne Alkohol registriren, zeigen, dass der Al-

1) Schmidt's Jahrbuch 1875 Bd. 167 S. 117.

2) Ueber die Ausscheidung von Jodkali etc. Dissert. Berlin 1878.

3) Ueber die Ursachen der epikritischen Harnstoffausscheidung. Dissert. Berlin 1879.

4) Zeitschrift für klinische Medicin Bd. 7.

5) Berliner medicinische Wochenschrift 1882 Nr. 21.

6) Ebenda 1885 Nr. 35.

7) Ueber Ausscheidung von Jodkali durch den Harn und Speichel etc. Dissert. Darmstadt 1885.

kohol in allen Fällen das erste Auftreten des Jodkaliums im Harne verzögert[1]), unabhängig davon, in welcher Quantität und Concentration der als Lösungsmittel des Jodkaliums dienende Alkohol eingeführt wird.

Tabelle II.

Auftreten des Jodkaliums im Harne nach Verabreichung desselben ohne Alkohol.

Versuchsnummer	Datum	Dauer	K J.	Wasser	Nach Minuten
		U. M. U. M.	g	ccm	
8	27. Juli	7 6 — 7 20	0,2	100	14
9	27. „ (P. II)	7 6 — 7 20	0,2	100	14
10	28. „	8 15 — 8 27	0,2	100	12
11	28. „ (P. II)	8 15 — 8 27	0,2	100	10
12	30. „	8 15 — 8 25	0,2	100	10
13	30. „ (P. II)	8 15 — 8 25	0,2	100	10
14	5. Aug.	8 15 — 8 27	0,2	100	12
15	6. „	8 — — 8 14	0,2	100	14
16	14. „	9 36 — 9 51	1,0	100	15
17	5. Oct.	9 — — 9 15	1,0	100	15
18	16. „	9 25 — 9 40	1,0	100	15
19[2])	19. „	9 36 — 9 46	1,0	1000	10
20	25. „	9 30 — 9 45	1,0	1000	13
				Mittel:	13
				Maximum:	15
				Minimum:	10

1) G. Sticker (a. a. O.) fand bei den von Dr. X und Y angestellten Selbstversuchen verzögerte Ausscheidung des Jodkaliums, als 500 ccm Getränk — Bier und Wasser — gleichzeitig eingenommen wurde. Es trat die erste Reaction nach 24 resp. 36 Minuten auf, während in jedem anderen Falle (die Fälle nach den Mahlzeiten ausgenommen) Jodkalium nach 4—19 Minuten im Harne nachgewiesen werden konnte. Die Verzögerung hat aber Sticker nicht dem Alkohol selbst zugeschrieben.

2) Ein und derselbe Versuch, welcher zu zwei- oder mehrfachen Zwecken angestellt worden ist, führt jedesmal neue Nummer.

Tabelle III.
Auftreten des Jodkaliums im Harne nach Verabreichung desselben mit Alkohol.

Versuchs-nummer	Datum	Dauer	KJ.	Alkohol-menge	Alkohol-conc.	Minuten
		U. M. U. M.	g	ccm	%	
21	8. Aug.	7 — — 7 31	0,2	100	40	31
22	13. „	7 15 — 7 34	0,2	100	40	19
23	16. „	10 — — 10 29	0,2	100	40	29
24	7. Oct.	8 35 — 8 56	1,0	100	40	21
25	11. „	8 17 — 8 47	1,0	100	40	30
26	22. „	8 50 — 9 7	1,0	100	40	17
27	27. „	9 15 — 9 32	1,0	1000	4	17
28	3. Nov.	8 15 — 8 43	1,0	1000	4	28
					Mittel:	24
					Maximum:	31
					Minimum:	17

Weiter interessirte mich die Frage: Wie lange dauert es, bis eine grosse Menge Jodkalium, die bald mit bald ohne Zugabe von Alkohol genommen wurde, vollständig im Harne ausgeschieden ist.

Nach Welander (a. a. O.) blieb die Jodreaction im Harne gewöhnlich 12—24 Stunden, manchmal sogar 36 Stunden unverändert bei einer Dosis von 0,05 g; nach Gaben von 0,5 sogar während 36—48 Stunden. Bachrach (a. a. O.) konnte nur so viel mit Gewissheit behaupten, dass die Jodreaction im Harne selbst nach Aufnahme der kleinsten Mengen Jodkaliums nach 24 Stunden noch gelang. Nach Rozsahegyi[1]) dauerte die Anwesenheit des Jods im Organismus je nach der eingeführten Quantität von 45 bis 150 Stunden. F. Hecker[2]) gibt neuerdings als die kürzeste Dauer der Ausscheidung des Jodkaliums 29 und als die mittlere 42 Stunden an. Die Rabuteau'schen Versuche[3])

1) H. Beckurts' Jahresbericht 1878 S. 564; citirt in Binz (a. a. O.).

2) Untersuchung über die Ausscheidung verschiedener Arzneimittel durch den Harn. Dissert. Erlangen 1885.

3) Gazette médicale de Paris 1869 t. 14 p. 190. — Vgl. auch in Bezug auf die Ausscheidungsdauer des Jodkaliums: Arneth, E. Pelikan und N. Zdekauer, medic. Ztg. Russl. 1857 S. 43.

können in diesem Falle nicht zum Vergleich herangezogen werden, weil es sich dabei gewöhnlich um Versuchspersonen handelte, die mehrere Tage hintereinander Jodkalium zu sich nahmen.

Bei meinen Versuchen mit 0,2 g Jodkalium, das früh morgens nüchtern eingenommen wurde, fiel die letzte Reaction stets in die Nacht (dauerte also weniger als 24 Stunden), so dass ich am nächsten Morgen den Versuch ohne Störung wiederholen konnte. Die Eliminationsdauer von 1,0 g Jodkalium dagegen habe ich mit einiger Genauigkeit verfolgt, und die Ergebnisse in folgender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle IV.
Ausscheidungsdauer des Jodkaliums.

Versuchs-nummer	Datum	KJ 1,0 in	Zeit der Einnahme a. m. U. M.	Ende der Elimination p. m. U. M.	Dauer der Elimination St. M.
29	18. Aug.	100 ccm Wasser	9 6	19. Aug. 6 15	33 9
30	20. „	1000 ccm 4 proc. Alkohol	9 15	21. „ 6 9	32 54
31	22. „	100 ccm 40 proc. „	9 25	23. „ 6 30	33 5
32[1]	23. „	100 ccm Wasser	9 —	25. „ 3 —	54 —
33	26. „	1000 ccm „	8 45	27. „ 3 45	31 —
34	5. Oct.	100 ccm „	9 —	6. Oct. 5 5	32 5
35	7. „	100 ccm 40 proc. Alkohol	8 35	8. „ 5 35	33 —
36	11. „	100 ccm 40 proc. „	8 17	10. „ 4 17	32 —
37	14. „	100 ccm Wasser	9 30	15. „ 4 35	31 20
38	16. „	100 ccm „	9 25	17. „ 5 15	31 50
39	19. „	1000 ccm „	9 36	20. „ 4 47	31 11
40	25. „	1000 ccm „	9 30	26. „ 5 10	31 40
41	3. Nov.	1000 ccm 4 proc. Alkohol	8 15	4. Nov. 5 —	32 45
				Mittel (ausgenommen Versuch 32):	32 10
				Maximum:	33 9
				Minimum:	31 —

Die Dauer der Jodkaliumausscheidung bei meinen Selbstversuchen ist eine constante, unabhängig davon,

1) Versuch 32 wurde von Herrn Dr. K. B. Lehmann an sich selbst angestellt.

in welcher Lösung (Wasser, conc. und verdünnter Alkohol) die Einfuhr stattgefunden hat. Dr. Lehmann's Selbstversuch (Versuch 32) aber zeigt, dass hierbei grosse individuelle Verschiedenheiten vorhanden sein können, worin ja auch die unter einander abweichenden Angaben anderer Autoren ihre Erklärung finden.

Ich komme nun auf die Untersuchung, welchen Einfluss die harnvermehrende Wirkung des Alkohols auf den zeitlichen Verlauf der Jodkaliumelimination ausübt. Da es R. Schneider (a. a. O.) gelang, die Thatsache zu constatiren, dass die Coffeïnausscheidung im Harne nach Bier- und Wassergenuss resp. bei Zunahme der Harnmenge steigt, glaubte ich auch eine vermehrte Ausscheidung des Jodkaliums während der Harnfluth mit einiger Wahrscheinlichkeit erwarten zu dürfen.

Zum Zwecke der Jodbestimmung bediente ich mich des R. Kersting'schen Verfahrens[1]), von dessen Brauchbarkeit ich mich durch folgenden Versuch überzeugte.

Versuch 42.

21. October 1886. Es wurde 0,4 g KJ zu 325 ccm Harn zugesetzt. Das Destillat von 100 ccm dieses Harns betrug nach Behandlung mit Stärke- und Chlorkalklösung 106,4 ccm. Die Palladiumchlorürlösung, von der 10 ccm 6,4 mg KJ entsprach, wurde durch 5,5 ccm des Destillates gefällt.

$$\frac{106{,}4 \times 6{,}4}{5{,}5} = 123{,}8; \ \frac{123{,}8 \times 325}{100} = 402 \text{ mg KJ}.$$

Also angewendet 400 mg, gefunden 402 mg.

Die Dauer der einzelnen Versuche wurde auf 3 Stunden festgesetzt, da es sich hier nur um den Einfluss der Harnfluth auf die Jodkaliumausscheidung handelt. Doch habe ich von der 4. Stunde an bis zur Zeit der letzten Reaction jedesmal den Harn gesammelt und den Jodgehalt bestimmt. Es berechnete sich aus den Bestimmungen stets annähernd 1 g Jodkalium. Die folgende

1) Heidelberger Annalen der Chemie u. Pharmacie Bd. 87 S. 19; Liebig Kopp's Jahresbericht 1853 S. 647.

Tabelle umfasst alle wohlgelungenen Versuche; eine Anzahl ging verloren, bis ich alle Details der nicht ganz einfachen Bestimmung beherrschte und alle nothwendigen Controlen auszuführen lernte. Es wurde z. B. vor jedem Versuche die Palladiumchlorürlösung filtrirt und die Titerbestimmung wiederholt, da ich mich überzeugen musste, wie recht Welitschkowsky hat, wenn er von der sehr raschen Zersetzlichkeit der Palladiumchlorürlösungen spricht[1]).

Tabelle V.

Menge des Jodkaliums im 3 stündigen Harne nach Genuss desselben mit und ohne Alkohol.

Versuchsnummer	Datum	Dauer	Harnmenge	KJ		KJ in 100 ccm Harn	
		U. M. — U. M.	ccm	mg		mg	
43	18. Aug.	9 6 — 12 6	95	266,4	Mittel 256,2	280,4	Mit 100 ccm Wasser
44	5. Oct.	9 — — 12 —	242	246,9		102,0	
45	16. „	9 25 — 12 25	112	255,3		227,9	
46	22. Aug.	9 28 — 12 28	259	318,2	318,3	122,8	Mit 100 ccm 40 proc. Alkohol
47	11. Oct.	8 17 — 11 17	393	319,9		81,4	
48	22. „	8 50 — 11 50	792	316,8		40,0	
49	24. Aug.	8 45 — 11 45	500	410,8	386	82,2	Mit 1000 ccm Wasser
50	19. Oct.	9 36 — 12 36	599	367,4		61,3	
51	25. „	9 30 — 12 30	460	379,8		82,6	
52	20. Aug.	9 15 — 12 15	1218	504,0	488,1	41,4	Mit 1000 ccm 4 proc. Alkohol
53	14. Oct.	9 30 — 12 30	1330	476,0		35,8	
54	27. „	9 15 — 12 15	1191	471,6		39,6	
55	3. Nov.	8 15 — 11 15	1000	500,9		50,1	

Diese Tabelle stellt ein charakteristisches Bild dar. Der Alkohol erhöhte neben der Harnproduction stets auch die Jodkaliumausscheidung in ihrer absoluten

1) Vgl. D. Welitschkowsky, Archiv für Hygiene Bd. 1 S. 229.

Menge beträchtlich. Die früher constatirte Thatsache, dass das erste Auftreten des Jodkaliums im Harne durch Alkohol verzögert wird, muss also durch irgend eine momentane Wirkung der Alkoholeinfuhr erklärt werden, worüber Hypothesen müssig erscheinen. Das Steigen der Jodkaliumausscheidung mit der Wasserausscheidung ist aber gegen meine Erwartung keineswegs proportional; die Steigerung der Jodkaliumausscheidung erfolgt stets in so viel geringerem Maasse als die Vermehrung des Harnvolumens, dass der Procentgehalt des Harns an Jodkalium trotz derselben fast im umgekehrten Verhältnisse zur Harnmenge steht.

Ich muss leider darauf verzichten, ohne quantitative Bestimmungen über den zeitlichen Verlauf der Resorption des Jodkaliums und die Beeinflussung derselben durch Wasser und Alkoholzufuhr gemacht zu haben, diese Beobachtung theoretisch zu verwerthen — vielleicht liefern sie einem späteren Untersucher willkommene Daten — ich war leider durch äussere Verhältnisse gezwungen, von der weiteren Verfolgung der sich hier eröffnenden interessanten Fragen, über die noch sehr wenig thatsächliches Material vorliegt, abzustehen.

Ueber den Rothwein- und Heidelbeerfarbstoff.

Von

Dr. T. Nakahama
aus Tokio.

(Aus dem hygienischen Institut zu München.)

Unter den zur Färbung des rothen Weines in Anwendung kommenden Substanzen gehört der Heidelbeerfarbstoff zu den wichtigsten, weil er, wenigstens in Deutschland, sehr häufig zu diesem Zwecke angewendet wird. Diese Fälschung liess sich bisher meist nicht mit Sicherheit nachweisen; da der Heidelbeerfarbstoff bekanntlich mit dem Weinfarbstoff so grosse Aehnlichkeit hat, dass André[1]) diese beiden Farbstoffe für identisch hält und sie nur durch den Citronensäuregehalt der Heidelbeeren und durch das Verhältnis von Säuren und Farbstoffen, wodurch der gegorene Heidelbeer- und Weinsaft verschieden gefärbt erscheint, unterscheiden will.

In der Literatur findet man ziemlich viele Angaben über Methoden, um Weinfarbstoff von anderen Färbemitteln resp. von Heidelbeerfarbstoff zu unterscheiden z. B. von Facen[2]), Vogel[3]), Hilger[4]), Sulzer[5]), Gautier[6]), Stein[7], Gänge[8]), Dupré[9]),

---

1) André, Archiv d. Pharm. 1880 S. 90.
2) Facen, Journ. de med. de Bruxelles. 1868.
3) Vogel, Deutsch-chem. Gesellschaft. Berlin 1876 S. 1906.
4) Hilger, Neues Rep. f. Pharm. 1876 Bd. 25 S. 743.
5) Sulzer, Schweizer. Wochenschr. f. Pharm. 1876 S. 160.
6) Gautier, Archiv d. Pharm. 1876 S. 486.
7) Stein, Dingl. polyt. Journal. 1883 Bd. 224 S. 533.
8) Gänge, Archiv f. Pharm. 1880 Bd. 217 S. 171.
9) Dupré, The pharm. Journal and Transact. 1880 3. Ser. Nr. 520 p. 1006.

Uffelmann[1]), Medicus[2]), Samelson[3]) u. s. w. Da aber der Weinfarbstoff an und für sich variirt und zwar je nach der Verschiedenheit der Traubensorten einerseits und mehr noch nach dem Alter des Weines (Gautier) andererseits und infolge dessen auch mehr oder weniger abweichende Reactionen gibt, so sind nur Untersuchungen über Wein- und Heidelbeerfarbstoff zur praktischen Weinanalyse verwerthbar, die darauf Rücksicht nehmen.

Bei dieser Lage der Verhältnisse folgte ich gerne dem Vorschlage des Herrn Privatdocenten Dr. K. B. Lehmann, einmal an einer Reihe von Weinsorten genau bekannter Abstammung die in der Literatur empfohlenen Reactionen ausführen, und damit die Farbenreactionen zu vergleichen, die alkoholische Auszüge aus Traubenhäuten, verschiedene Heidelbeersäfte und Heidelbeerweine geben. Besonders empfahl mir Dr. Lehmann die Nachprüfung der Angaben von Uffelmann und ganz speciell ein eingehendes Studium der von Ambühl zuerst vorgeschlagenen, von Herz kürzlich auf's neue entdeckten und umfassender angewendeten Brechweinsteinreaction. Für die freundliche Unterstützung, die mir Dr. Lehmann namentlich auch durch die Ueberlassung einer Anzahl von ihm bereiteter Fruchtauszüge bei meiner Arbeit zu Theil werden liess, sage ich ihm hier meinen besten Dank, zu besonderem Danke bin ich Herrn Geheimrath v. Pettenkofer verpflichtet, in dessen Institut die Arbeit ausgeführt wurde.

Um den Heidelbeerfarbstoff von dem echten Weinfarbstoff zu unterscheiden, muss man vor allem die charakteristischen Reactionen derselben kennen. Es liegen zwar in der Literatur eine ganze Menge von Angaben über die Reactionen der echten Weinfarbstoffe vor, auch über den Heidelbeerfarbstoff fehlt es nicht an Beobachtungen, nichtsdestoweniger kann man viele nicht unmittelbar verwenden, weil sie auf die Concentration des Reagens, das Alter des Weines resp. des Heidelbeerpräparates nicht genügende Rücksicht nehmen.

1) Uffelmann, Archiv f. Hygiene. 1883 Bd. 1 S. 466.
2) Medicus, Rep. d. analyt. Chem. 1885 Bd. 5 S. 63.
3) Samelson, Ebenda. 1886 S. 462.

Rothweine und Traubensäfte.

Ich will zuerst das optische und chemische Verhalten der verschiedenen Weinsorten von verschiedenem Alter, sowie der aus verschiedenen Traubensorten gewonnenen Auszüge aufführen.

Die mir zu Gebote stehenden rothen Weine sind Schwarzklävner vom Jahre 1883 bis 1886, Schwarzklävner Portugieser von 1884 und deutscher Burgunder vom Jahre 1884 bis 1886. Die sämmtlichen Weine stammen aus der Würzburger Gegend, dieselben wurden uns gütigst von Dr. E. List, Vorstand der Weinbauversuchsstation Würzburg verschafft, der für die volle Naturreinheit derselben garantirte. Um die Eigenschaften der Weinfarbstoffe in unvergorenem Zustande kennen zu lernen, habe ich ferner 2 Auszüge von den Häuten blauer Trauben mit 10 proc. Alkohol untersucht und zwar:

a) kleinbeerige, schwarze, frühe Sommertraube. Auszug bereitet Ende August 1886;

b) grossbeerige späte Tyroler blauschwarze Traube. Auszug bereitet November 1886.

Das Spectrum verschiedener Weine und Traubensäfte ist unter sich mehr oder weniger verschieden, und zwar zeigen nicht nur die reinen, sondern auch die mit gewissen Reagentien versetzten Untersuchungsmaterialien manche Verschiedenheiten. Das Spectroskop, das ich angewendet habe, ist so beschaffen, dass B auf 181, C auf 184, E auf 220 und F auf 239 fällt, wenn ich D auf 200 stelle. Bei den meisten Weinen fängt die Absorption schon bei 196 bis 197 an, während deutscher Burgunder von 1885 und a Traubensaft erst von 200 an das Licht absorbirten. Während einige Weine zwischen D und E oder etwas rechts der E-Linie ein verwaschenes Band zeigen, findet sich in anderen kein solches und nur gleichmässig starke Absorption. So hat z. B. Schwarzklävner von 1885 ein Absorptionsband von ca. 205 bis 222 und zeigt dann allmähliche Abnahme der Absorption, Schwarzklävner von 1883 und 1884 zeigt gar kein Band und anstatt desselben nur eine gleichmässige Absorption.

Verdünnt man die Weine mit gleichen Theilen aq. dest., so rückt der Anfang der Absorption mehr nach rechts, beginnt

bei den meisten bei 200 und sie zeigen häufig entweder ein schwaches Absorptionsband oder eine Andeutung von einem solchen, z. B. Schwarzklävner von 1886, Schwarzklävner Portugieser von 1884, b Traubensaft u. s. w.

Wenn man zu diesen verdünnten Weinen und Traubensäften etwa 4 proc. Salzsäurelösung zusetzt, dann wird die ganze Absorptionserscheinung viel deutlicher, schärfer und dunkler und tritt bei den meisten Weinen, nur mit einer einzigen Ausnahme von Schwarzklävner von 1883, welcher nur eine gleichmässige scharfe Absorption zeigt, ein deutliches Absorptionsband hervor, welches zwischen 203 bis 208 anfängt und zwischen 215 bis 225 endet.

Eine kaltgesättigte wässerige Brechweinsteinlösung bringt, zu den Weinen zugesetzt, keine besondere charakteristische Erscheinung hervor, doch zeigen sie mit der Ausnahme von Schwarzklävner von 1884, deutschem Burgunder von 1884 und 1886 ein Absorptionsband zwischen *D* und *E*, während die mit der Brechweinsteinlösung versetzten Heidelbeerweine und Heidelbeersäfte häufig ein Band zeigen, das zwischen *C* und *D* seinen Anfang nimmt. a und b Traubensäfte zeigen ein ganz ähnliches Band wie die Heidelbeerweine oder Heidelbeersäfte (s. Fig. 1 und 2 auf S. 409 u. 410).

Ein Tropfen Ammoniak zu etwa 2 ccm des Weines gesetzt, färbt ihn dunkler, die Flüssigkeit lässt im Spectroskop gar kein Licht durch. Verdünnt man die Flüssigkeit etwas mit aq. dest., so sieht man ein Absorptionsband zwischen *C* und *D*, und nur beim a Traubensaft liegt dasselbe zu beiden Seiten der *D*-Linie. Nach Vogel [1]) soll dieser Streifen zwischen *C* und *D* ein charakteristisches Merkmal für den Weinfarbstoff sein gegenüber dem Heidelbeerfarbstoff, welcher beim Zusatz von Ammoniak einen solchen zu beiden Seiten der *D*-Linie zeige. Ich finde aber bei den Heidelbeerweinen resp. Heidelbeersäften die Lage des Streifens bald zwischen *C* und *D*, bald zu beiden Seiten der *D*-Linie, so dass ich in diesem Spectralverhalten kein charakteristisches

1) Vogel, Praktische Spectralanalyse 1877 S. 292.

Merkmal zur Unterscheidung des Wein- und Heidelbeerfarbstoffes finden kann.

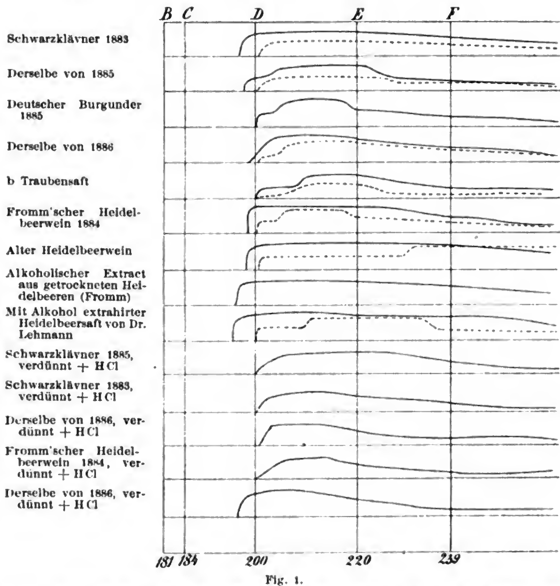


Fig. 1.

Anm. Die punktirte Linie bedeutet das Absorptionsspectrum beim Verdünnen mit gleichen Theilen aq. dest.

Amylalkohol, der mit Rothwein oder Traubensaft geschüttelt wird, färbt sich braunroth bis bläulichroth. Der amylalkoholische Extract von Schwarzklävner 1884 sieht demjenigen des Fromm'schen Heidelbeerweins von 1886 vollständig ähnlich. Dieser Extract färbt sich durch Ammoniak momentan grünlich, und es scheidet sich dann rapid eine obere schwachgelblich-trübe (amylalkoholische) und eine untere braune bis gelbe (ammoniakalische) Schicht. Kaltgesättigtes Kalkwasser färbt den amylalkoholischen Extract trübgrau, während es selbst eine

braune Färbung annimmt; Salzsäure macht ihn entweder rosaroth oder himbeerroth.

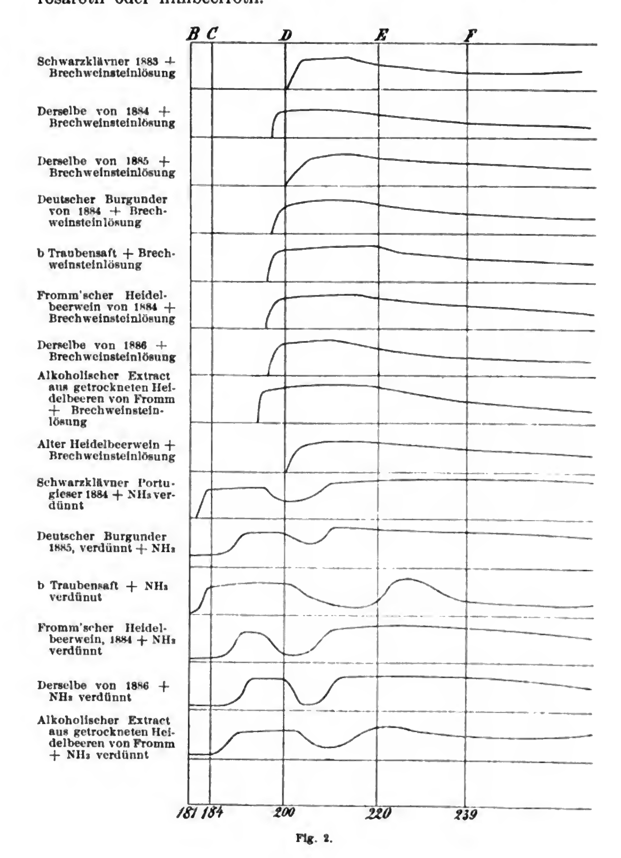


Fig. 2.

Mit 4proc. Salzsäure versetzt gibt Rothwein an Amylalkohol beim Schütteln einen rosarothen Farbstoff ab, welcher sich gegen Ammoniak und Kalkwasser genau so verhält wie der amylalkoholische Extract ohne Salzsäure. Eine einzige Ausnahme davon machte der a Traubensaft, bei welchem die ammoniakalische Schicht sich grünlich anstatt gelblich färbte.

Aether zieht aus allen Weinsorten und Traubensäften keinen Farbstoff aus, auch nicht, wenn man Salzsäure oder Essigsäure zusetzt. Der farblose Aetherextract färbt sich, nach theilweisem Verdunsten des Aethers, durch einen Tropfen concentrirter Schwefelsäure zuerst gelblich, später braun bis roth.

Kohlensaures Natron (2 %) färbt Schwarzklävner von verschiedenem Alter und deutschen Burgunder von 1884 dunkelviolett, während deutscher Burgunder von 1885 und 1886 bläulichviolett, Schwarzklävner Portugieser schmutzigbraun mit violettem Schimmer, a Traubensaft dunkelgrün und b Traubensaft bräunlichgrün wird.

Die Farbe der Rothweine wird also durch kohlensaures Natron dunkelviolett, bläulichviolett oder violettbraun, während bei Traubensäften eine braungrüne oder dunkelgrüne Färbung auftritt, so dass die Weine immer mehr oder weniger einen violetten, und die Traubensäfte einen grünen Ton zeigen. Hier sieht man wenigstens einen deutlichen Unterschied in der Reaction des Farbstoffes der gegorenen (Wein) und nicht gegorenen Traubensäfte.

Kaltgesättigte Barytlösung färbt entweder dunkelblau oder bläulichdunkel; das Filtrat ist entweder gelb oder gelblichbraun, selten bräunlich mit grünem Schimmer (Schwarzklävner von 1884). Durch Zusatz von concentrirter Salzsäure wird das Filtrat rosaroth.

3 ccm von kaltgesättigtem Kalkwasser zu 1 ccm Wein oder Traubensaft gesetzt, färbt meistens braun oder braun mit bläulichem Schimmer, nur beim a Traubensaft gelbbraun. Das Filtrat ist stets gelb, nur beim Schwarzklävner von 1886 bläulich; das Verhalten des Filtrates zur concentrirten Salzsäure ist gleich wie bei der Barytfällung. Durch 1 Tropfen Ammoniak färben sich 2 ccm Wein- oder Traubensaft immer vorübergehend grün, dann geht die Färbung schnell in dunkelbraun mit grünlichem

Schimmer über. Diese Mischung ist roth fluorescirend, von ihrem Spectralverhalten war oben schon die Rede.

1 ccm concentrirte Kupfervitriollösung zu 1 ccm Rothwein oder Traubensaft gesetzt, färbt meistens bläulichviolett, deutschen Burgunder von 1884 aber violett und Schwarzklävner von 1883 schmutziggrün. 1 ccm der zu untersuchenden Flüssigkeit mit dem 9 fachen Volum aqua destillata verdünnt, färbt sich beim Zusatz von 1 ccm conc. Kupfervitriol meistens grauröthlich, deutscher Burgunder von 1883 grau, Schwarzklävner von 1886 und deutscher Burgunder von 1884 und 1886 grauviolett; durch 2 ccm conc. Kupfervitriol tritt entweder eine graugrüne oder bläulichviolette, selten eine bläulichgrüne Farbe auf, durch 3 ccm conc. Kupfervitriol wird die Färbung meistens grünlich aber auch bläulich, selten bläulichviolett (Schwarzklävner von 1886).

Fast alle zu untersuchenden Flüssigkeiten färben sich durch 5 proc. Plumb. acet.-Lösung graublau; Schwarzklävner von 1886 wird dagegen blau und b Traubensaft grau mit braunen Flocken. Das Filtrat aller dieser Mischungen ist klar, schwachröthlich und wird durch Milchsäure (ebensogut durch andere Säure z. B. Salzsäure) rosaroth.

Alaunlösung färbt alle hellroth.

Zu 1 ccm zu untersuchender Flüssigkeit 5 gtt. einer 2 proc. Tanninlösung und 3 bis 5 gtt. Gelatine gesetzt, fällt ein brauner Farbstoff und die überstehende Flüssigkeit erscheint röthlich.

Nach Ambühl[1]) ändert der Rothwein mit etwas Brechweinstein erwärmt seine Farbe nicht, während Kirschsaft, Heidelbeer- oder Malvenabkochung purpurroth resp. glänzend rothviolett und schmutzig violett wird. Nach Herz[2]), der die Reaction selbständig auffand und weiter studirte, erweist sich die Brechweinsteinlösung als ein sehr werthvolles Mittel, um fremde pflanzliche Farbstoffe in Wein festzustellen. Ich habe genau nach seiner Vorschrift gearbeitet, nämlich in Reagirgläsern 10—15 ccm der zu untersuchenden Flüssigkeit mit 5 ccm einer kaltgesättigten Brechweinsteinlösung geschüttelt und zum Vergleich

1) Ambühl, Chem. Zeitung 1880 S. 509.

2) Herz, Ebenda 1886 Nr. 10 S. 968; Rep. d. analyt. Chem. 1886 S. 650.

die gleiche Procedur mit Zusatz von ebensoviel destillirtem Wasser statt Brechweinsteinlösung angestellt. Es bildet sich fast stets im ersteren Falle eine eigenthümlich dickflüssige, schäumende Schicht an der Oberfläche, so dass man die Reagirgläser fast bis zur horizontalen Stellung bringen kann, ohne dass der Inhalt herausfliesst. Alle zu untersuchenden Weine werden dadurch kirschroth oder carminroth, während andere Pflanzenfarbstoffe wie Heidelbeerfarbstoff (sowohl alte als auch neue) Malven, Sambucus, Preiselbeere etc. sofort violett werden. Ueberraschend war aber, dass sich der a Traubensaft mit der Brechweinsteinlösung sofort tief violett färbte, während der b Traubensaft roth blieb [1]).

Samelson [2]) hat in einer wässerigen Lösung von Salpetrigsauren Natron ein empfindliches Reagens zu finden geglaubt, dieselbe soll in echtem Rothwein einen sich schnell absetzenden Niederschlag und eine gelbe bis gelbbraune Färbung der überstehenden Flüssigkeit erzeugen, während bei einem Rothwein, der mit Heidelbeerfarbstoff gemischt ist, die überstehende Flüssigkeit violett erscheine. Ich muss aber schon gleich hier gestehen, dass ich diesen von Samelson angegebenen Reactionsunterschied zwischen den genannten Farbstoffen wenigstens an den mir zu Gebote stehenden Rothweinen und Heidelbeerweinen resp. Heidelbeersäften nicht bestätigen konnte; es bildet sich sowohl in Rothweinen als auch in Heidelbeerpräparaten ein feiner mehr gleichmässig vertheilter sich schwer absetzender dunkler Niederschlag, so dass die ganze Mischung eine schmutzig dunkelbraune Farbe annimmt, welche bei schief durchfallendem Lichte roth fluorescirt. Ich habe diese Reaction unter Anwendung verschieden concentrirter Lösung des salpetrigsauren Natrons des öftern versucht, fand aber auch so keine wesentlich klareren Resultate, so dass ich nicht im Stande bin, einen sicheren Anhaltspunkt zur Er-

1) Im Herbst 1887 habe ich die Reaction mit frischen verdünnt-alkoholischen Auszügen von kleinbeerigen blauen Trauben, von grossbeerigen Bozener Trauben und von der aus Tyrol stammenden »Erdbeertraube« angestellt. Stets trat eine Vermehrung der Intensität der Färbung auf, die aber stets roth blieb und nur einen minimalen Stich in's Violett zeigte. K. B. Lehmann.

2) Samelson, Rep. d. analyt. Chem. 1886 S. 462.

kennung dieser beiden Farbstoffe aus dem Ausfall dieser Reaction zu erhalten.

Um die oben angegebenen Reactionen der Wein- und Traubensäfte übersichtlicher darzustellen, habe ich folgende Tabelle zusammengestellt.

Verhalten der Weine und Weintraubensäfte gegen verschiedene Reagentien.

Mit gleichem Volum aq. verdünnt und 4 % Salzsäure zugesetzt.		hellroth.
1/2 ccm Wein und Glycerin und Alkohol je 3 ccm		nicht entfärbt.
Mit Amylalkohol geschüttelt		bläulichroth bis bräunlichroth.
Amylalkoholischer Extract	NH_3	momentan grünlich, dann schnell in obere gelbliche und unten braune Schicht übergehend (a Traubensaft; amylalkoholische Schicht schmutziggrün).
	Kalkwasser	obere grautrübe, untere braune bis gelbe Schicht.
	HCl	braunroth, himbeerroth, rosaroth.
Mit HCl versetzt, dann mit Amylalkohol extrahirt	NH_3	wie Amylextract ohne HCl_2 (bei a Traubensaft wird amylalkoholische Schicht schmutziggrün.
	Kalkwasser	do.
Aether	mit HCl	farblos, nach wenig Verdunstung wird durch conc. SO_3 gelblich, später braun bis roth.
	ohne HCl	do.
Na_2CO_3 2 %		dunkelviolett bis bläulichviolett oder schmutzigbraun; a Traubensaft dunkelgrün; b Traubensaft bräunlichgrün.
Aetzbarytlösung		dunkelblau bis bläulichdunkel. Filtration gelb bis gelblichbraun + HCl roth.
NH_3		momentan grünlich, dann schnell in dunkelbraun mit grünlichem Schimmer übergehend; röthlich fluorescirend.
1 ccm Wein 3 ccm Kalkwasser		schmutzigbraun mit oder ohne bläulichem Schimmer. Filtration gleich wie oben.
Conc. Kupfervitriol 1 : 1		violett bis bläulich violett.
Plumb. acet. 5 %		graublau bis blau.
Alaun		hellroth.
1 ccm Rothwein, 5 gtt. 2 % Tanninlösung, 3—5 gtt. Gelatine		brauner Farbstoff gefällt, die überstehende Flüssigkeit roth.
Kaltgesättigte Brechweinsteinlösung		Carminroth bis kirschroth. a Traubensaft violett.

Heidelbeerweine und Heidelbeersäfte.

Die Heidelbeerweine, welche ich zur Untersuchung erhalten habe, sind von Herrn Fromm, dem Verfertiger des Heidelbeer-Gesundheitsweines in Frankfurt a. M., und zwar vom Jahre 1884 und 1886. Ausserdem untersuchte ich einen mit 10 proc. Alkohol bereiteten Auszug aus mir von ihm geschickten getrockneten Heidelbeeren, welcher genau Weinfarbe zeigte. Ausser diesen habe ich Pfannenstiel'schen Heidelbeerwein, alten Heidelbeersaft aus einer Haushaltung und einen aus frischen Beeren von Dr. Lehmann mit Alkohol extrahirten Saft untersucht.

Diese zu untersuchenden Flüssigkeiten sehen gerade wie ein rother Wein aus und zeigen fast die gleichen Reactionen, wie dieser gegen die Reagentien, die ich angewendet habe.

Das Spectrum verschiedener Heidelbeerweine und Heidelbeersäfte ist so ähnlich dem der von mir untersuchten Rothweine, dass ich daraus nicht sicher diese beiden Farbstoffe von einander unterscheiden kann, es behauptete ja auch schon Macagro[1]), dass diese beiden Farbstoffe spectroskopisch nicht zu unterscheiden sind, und Vogel[2]), dass sie in passender Verdünnung fast dasselbe Spectrum geben. Ich will deshalb nur sehr kurz bei der Schilderung der Resultate der spectroskopischen Untersuchung verweilen.

Beim Fromm'schen Heidelbeerwein von 1884 fängt die Absorption von 198 an, ganz genau wie beim Schwarzklävner von 1885, und bei dem nämlichen Heidelbeerwein von 1886 fängt sie von 196, wie beim Schwarzklävner von 1883 an. Mit gleichen Theilen Wasser versetzt, rückt der Anfang der Absorption mehr nach rechts und fängt meistens bei der *D*-Linie an, oft zeigt sich ein deutlicherer Absorptionsstreifen zwischen *D* und *E*. Der aus getrockneten Heidelbeeren mit 10 proc. Alkoholwasser extrahirte Saft zeigt, mit gleichen Theilen Wasser verdünnt, ein Absorptionsband zu beiden Seiten der *E*-Linie.

1) Macagro, Chem. News 1881 t. 43 p. 202.
2) Vogel, Praktische Spectralanalyse 1877 S. 292.

Setzt man diesen verdünnten Lösungen Salzsäure zu, so wird die Absorption deutlicher und schärfer, es entsteht ein Absorptionsspectrum, das ähnlich aussieht wie dasjenige der mit Brechweinsteinlösung versetzten.

Ammoniak. 1 Tropfen Ammoniak zu 2 ccm von der zu untersuchenden Flüssigkeit gesetzt und mit Wasser verdünnt erzeugt beim Heidelbeerwein von 1884 und den Heidelbeersäften ein Band zwischen *C* und *D*, und von 210 bis 213 fängt wieder eine Verdunkelung an; beim Heidelbeerwein von 1886 aber ein Band zu beiden Seiten der *D*-Linie und von 210 an eine 2. Verdunkelung.

Alle diese Erscheinungen findet man auch, wie aus den obigen Angaben hervorgeht, gelegentlich bei Rothwein wieder. Sie sind also zur Differentialdiagnose gänzlich unbrauchbar.

Schüttelt man obige Flüssigkeiten mit Amylalkohol, so färbt er sich bläulichroth, braunroth, gelblichroth, der in Fromm'schem Heidelbeerwein von 1886 erhaltene Extract bot genau gleiche Farbe wie der Extract aus deutschem Burgunder von 1884. Setzt man zu den zu untersuchenden Flüssigkeiten verdünnte Salzsäure zu und schüttelt dann mit Amylalkohol, so färbt sich der Amylalkohol kirschroth bei den Heidelbeerweinen und fuchsincarmin- oder gelblichroth bei den Heidelbeersäften. Im allgemeinen färbt sich Amylalkohol mit Heidelbeersaft geschüttelt intensiver als mit Heidelbeerwein.

Aether zieht sowohl beim Zusatz von Salzsäure oder Essigsäure als auch ohne solche keinen Farbstoff aus; dieser farblose Extract gibt, theilweise verdunstet, ganz die nämlichen Reactionen wie der ätherische Extract aus den Rothweinen, nämlich durch Zusatz von conc. Schwefelsäure zuerst eine gelbe, dann später eine braune bis rothe Färbung. Uffelmann[1]) hat als charakteristische Reaction des Heidelbeerfarbstoffes gegenüber dem Weinfarbstoff angegeben, dass sich Aether, den man mit dem Heidelbeersaft schüttelt, dem man Essigsäure zugesetzt hat, gelb färbt und dass der ätherische Extract, theilweise verdunstet, auf Zusatz von concentrirter Schwefelsäure roth wird.

1) Uffelmann, Archiv f. Hygiene 1883 Bd. 1 S. 466.

Ich habe diese Reaction nie aus einem meiner Untersuchungsobjecte erhalten, glaube aber den Grund der Uffelmann'schen Angabe gefunden zu haben. Wenn ich nämlich dem Heidelbeersaft oder Heidelbeerwein, aus welchem der Aether keinen Farbstoff auszuziehen vermag, etwas absoluten Alkohol zusetzte und jetzt mit Aether schüttelte, dann färbt sich derselbe gelblichroth; Wasserzusatz zu dem gefärbten Aetherextract macht ihn wieder sogleich farblos. Der gefärbte Aetherextract färbte sich, nach theilweiser Verdunstung des Aethers, mit einem Tropfen concentrirter Schwefelsäure beim Umrühren mit einem Glasstab rosaroth, nachdem erst nur der Schwefelsäuretropfen eine gelbliche Färbung gezeigt hatte. Der Alkoholgehalt der Lösung, aus welcher der Aether den Farbstoff auszuziehen im Stande ist, muss ca. 50 % sein. Diese Reaction erhielt ich aber auch beim Rothwein in genau gleicher Weise, wenn ich ihm etwas absoluten Alkohol zusetzte. Sie hat also nichts für Heidelbeerfarbstoff Charakteristisches. Ich glaube, es ist höchst wahrscheinlich, dass Uffelmann zu seiner Untersuchung einen stark alkoholhaltigen Heidelbeerauszug angewendet hat.

1 Tropfen Ammoniak zu 2 ccm Heidelbeerwein oder Heidelbeersaft gesetzt, färbt sich zuerst grünlichdunkel, welche Farbe schnell in bräunlichschwarz übergeht. In dieser Reaction besteht eine gewisse geringe Differenz zwischen Heidelbeer- und Weinfarbstoff, da der letztere dadurch grünlich, dann dunkelbraun mit grünlichem Schimmer wird.

Barytwasser macht dunkelgrün mit blauem Schimmer; das Filtrat ist gelblich und durch Salzsäure trübröthlich, während es beim Weine klar und roth wird.

3 ccm von kaltgesättigtem Kalkwasser zu 1 ccm der zu untersuchenden Flüssigkeit gesetzt färbt schmutzigbraun bis bräunlichdunkel; das Filtrat ist gelblich und wird durch Salzsäure schwachröthlich, während es beim Rothwein intensiver roth wird.

Heidelbeerwein und Heidelbeersaft wird, mit gleichen Theilen concentrirter Kupfervitriollösung versetzt, violett.

Heidelbeerwein wird mit 5 proc. Plumb. acet. grünlichgraublau, Heidelbeersaft graublau.

Mit 2 proc. Alaunlösung werden die beiden Untersuchungsobjecte hellroth; nur der mit Alkohol extrahirte Heidelbeerfarbstoff wird violett.

Kaltgesättigte Brechweinsteinlösung färbt Heidelbeerweine deutlich blauroth und Heidelbeersaft glänzend violett. Das Spectrum bietet kein charakteristisches Bild dar.

In der folgenden Tabelle stelle ich alle diese Reactionen zusammen.

		Heidelbeerwein.	Heidelbeersaft.
Amylalkohol		braun- bis gelblichroth	gelblichroth, kirschroth od. bläulichroth.
mit Amylalkohol geschüttelt	NH_3	momentan grünlich, dann schnell in trübgelbliche obere und braune bis orange untere Schicht übergehend	do.
	CaO	obere Schicht trüb aschfarbig, untere gelbbraun	obere Schicht trüb-aschfarbig, untere gelblich bis gelblichgrün.
	HCl	fuchsinroth bis rosaroth	do.
HCl dann Aether		farblos; nach theilweisem Verdunsten wird durch conc. SO_3 gelblich, später braun	do.
BaO		dunkelgrün mit blauen Schimmern. Filtration gelb + HCl trübgelbroth	do.
NH_3		grünlichdunkel, geht schnell in bräunlichschwarz über, röthlich fluorescirend.	do.
CaO		bräunlichdunkel. Filtrat gelb-orange mit oder ohne grünlichen Schimmer. Filtrat + HCl wird ganz schwach röthlich	schmutziggrün.
Conc. Kupfervitriol 1 : 1		violett	do.
5 % Plumb. acet.		grünlichgraublau	graublau.
2 % Alaun[1])		hellroth	do.
Brechweinsteinlösung		schwach bläulichroth[2])	violett.
HCl versetzt; dann Amylalkohol		kirschroth	fuchsinroth, carminroth, gelblichroth.

1) Der mit Alkohol extrahirte Heidelbeersaft wird durch Zusatz der 2 proc. Alaunlösung violett.

2) Aeltere Heidelbeerweine geben die Reaction undeutlicher als junge.

Reactionen des mit Heidelbeerwein und Heidelbeersaft gemischten rothen Weines.

Nach Feststellung der Reactionen des Rothweines und der Heidelbeerproducte untersuchte ich, ob sich eine Beimischung von Heidelbeersaft zu Rothwein nachweisen lasse. Da, wie ich schon oben erwähnt, das Spectrum kein charakteristisches Bild gibt, so habe ich von vornherein auf die Anwendung desselben verzichtet und nur Amylalkohol, Barytwasser, Kalkwasser und kaltgesättigte Brechweinsteinlösung angewendet, mit welchen Reagentien die beiden Farbstoffe mehr oder weniger verschiedene Reactionen zeigen.

Ich habe Rothwein mit Heidelbeerwein resp. Heidelbeersaft in verschiedenen Verhältnissen gemischt und mit den genannten Reagentien behandelt, aber ausser der Brechweinsteinlösung gibt von diesen Reagentien keines einen sicheren Anhaltspunkt zur Erkennung des fremden Farbstoffes in einer Mischung, welche bis 40 % Heidelbeersaft resp. 50 % Heidelbeerwein enthält. Nur die Brechweinsteinlösung allein gibt anwendbare Reaction, indem sie in dem Rothwein mit 30 % Heidelbeersaft sofort eine deutliche, blauröthliche Farbe erzeugt, und beim Stehen während einer Nacht kann man schon Heidelbeerfarbstoff in einem Rothwein mit 20 % Heidelbeersaft nachweisen.

Heidelbeerwein zu Rothwein gesetzt, lässt sich schwerer nachweisen als Heidelbeersaft. Durch Brechweinstein kann man noch bis zum Gehalt von 40 % Heidelbeerwein in Rothwein nachweisen und beim Stehen über Nacht bis 30 %. Im wesentlichen stimmen also diese Ergebnisse mit den Resultaten von Herz überein. Dürfen wir die Brechweinsteinlösung auch nicht als ein Mittel zum Nachweis eines sehr geringen Heidelbeersaftzusatzes bezeichnen, so stellt sie doch unter allen bisher vorgeschlagenen Reagentien nach meiner Ueberzeugung das einzige Mittel dar, um wenigstens gröbere Fälschungen mit Heidelbeersaft leicht und sicher entdecken zu können, so lange nicht Naturweine gefunden werden, die die Reaction geben.

Ueber die Anwesenheit von Tyrotoxicon in giftigem Eis und giftiger Milch und seine wahrscheinliche Beziehung zur Cholera infantum.

Von

Prof. Victor C. Vaughan.

In Bd. 10 Heft 2 der Zeitschrift für physiologische Chemie kündigte ich die Entdeckung eines giftigen Ptomains in einigen Käsen an, die alle diejenigen ernstlich geschädigt hatten, welche davon genossen. Ich theilte damals die Methode, dieses Gift aus dem Käse abzuscheiden und alle mir bekannten Eigenschaften desselben mit. Seit dieser Mittheilung wurde das Gift auch von 3 anderen Forschern isolirt.

Ich fand es sicher in Milch und Eis, und die Bedingungen, unter denen das Gift gebildet wurde, sind jetzt besser bekannt.

1. Giftiges Eis.

Am 13. Juni 1886 empfing ich von Dr. R. Baker, Secretär des Gesundheitsamtes des Staates Michigan eine Pintenflasche ungefähr $^2/_3$ mit geschmolzenem Eis gefüllt, mit dem Ersuchen, es zu untersuchen, da ungefähr 18 Personen nach dem Genusse desselben ernsthaft erkrankt waren. Dr. Baker sandte mir auch etwas von der Vanille, welche zum Würzen des Eises verwendet worden war.

Man dachte, dass sich das Gift in der Vanille finden würde, weil etwas Citroneneis, das für die gleiche Gesellschaft geliefert worden war, diejenigen, die davon assen, nicht krank gemacht hatte. Als leichteste Methode, um dies zu entscheiden, nahmen mein Assistent, Herr Nović, und ich, jeder 30 Tropfen des

Vanilleextracts. Da keine üblen Folgen darauf eintraten, nahm Herr Nović 2 weitere Theelöffel voll ohne Wirkung. Dies entschied die Frage nach der giftigen Natur der Vanille in befriedigenderer Weise, als dies durch irgendeine chemische Untersuchung hätte geschehen können.

Wir fügten dann zu dem Eis etwas destillirtes Wasser und filtrirten nach gründlichem Umschütteln. Das Filtrat, das entschieden sauer war, wurde mit Kalilauge schwach alkalisch gemacht und dann mit reinem Aether geschüttelt. Als sich der Aether abgeschieden hatte, wurde derselbe mit Hilfe einer Pipette in eine flache Porzellanschale gegeben und der freiwilligen Verdunstung überlassen. Der Rückstand wurde in Wasser gelöst, filtrirt und mit Aether geschüttelt. Die freiwillige Verdunstung dieses Aetherauszugs hinterliess ein wenig Wasser, in dem sich bald einige Krystalle von Tyrotoxicon bildeten, dessen Eigenschaften ich bereits beschrieben habe.

Das Wasser, welches diese Krystalle enthielt, wurde einer Katze verabreicht. Nach 10 Minuten begann die Katze zu würgen und bald brach sie. Dieses Würgen und Brechen dauerte 2 Stunden, während welcher Zeit das Thier unter Beobachtung war und am nächsten Morgen fand sich, dass es einige dünne Stühle producirt hatte. Nachher war die Katze, obwohl sie im Stande war, im Zimmer umherzulaufen, unfähig, irgend eine Nahrung bei sich zu behalten. Einigemale sah man sie etwas Milch nehmen, aber dabei begann sie sofort zu würgen und zu brechen. Selbst kaltes Wasser hatte diese Wirkung. Als dieser Zustand 3 Tage gedauert hatte, wurde das Thier mit Aether getödtet und seine Abdominal-Organe untersucht. Ich erwartete sicher eine ausgesprochene Entzündung des Magens zu finden, aber in Wirklichkeit fanden wir Magen und Dünndarm mit einer schaumigen, serösen Flüssigkeit gefüllt, so wie das Erbrochene gewesen war, und die Schleimhaut war sehr blass und glatt. Es war nicht die leiseste Röthung irgendwo zu finden. Die Leber und andere Unterleibsorgane schienen normal zu sein.

Es muss bemerkt werden, dass diese Katze ungefähr 2 Monate alt war; der Umstand verdient Aufmerksamkeit, weil junge

Thiere von diesem Gift viel leichter afficirt werden als ältere. Es ist eine relativ grössere Dosis des Giftes nöthig, um irgendwelche deutliche Symptome bei einer alten Katze hervorzubringen. Die Wirkung des Giftes auf die Katze ist die Erfüllung meiner Vorhersage in meiner früheren Arbeit. »Aus dem, was ich bis jetzt über das Gift weiss, habe ich die Ueberzeugung gewinnen können, dass es in reichlichen Dosen auch bei Thieren eine Einwirkung zeigen wird« [1]).

Nachdem ich diese Experimente gemacht hatte, empfing ich von Dr. R. C. Moffit aus Lawton Mich., den folgenden Brief.

Lawton Mich., 21. Juni 1886.

Verehrter Herr Doctor! Ich hörte von Prof. Chas. Lawton hier, dass das Eis, welches zur Untersuchung nach Lansing geschickt wurde, Ihnen übergeben worden ist. Ich schreibe Ihnen deshalb folgende Details über diesen Fall. Ungefähr 2 Stunden nach dem Genuss des Eises wurde Jedermann von starkem Erbrechen befallen und 1—6 Stunden nachher von Diarrhöe. Das Erbrochene ähnelte Seifenwasser, und die Stühle waren wässerig und schaumig. Es wurde mehrfach Grimmen im Magen und Unterleib geklagt, verbunden mit lebhaften Schmerzen im Hinterkopf, quälenden Rücken- und Gliederschmerzen, die in den Extremitäten besonders ausgeprägt waren. Das Brechen dauerte 2—3 Stunden, hörte dann nach und nach auf, und die Patienten fühlten sich abgespannt und unwiderstehlich schläfrig. Bei Allen war die Halsgegend ödematös. Ein oder zwei der Patienten waren betäubt, einige klagten über Kälte und Muskelspasmen, andere über das Gefühl von Taubheit, Schwindel und vorübergehendem Verlust des Bewusstseins. Die Temperatur war normal, der Puls zwischen 90 und 120, die Zunge trocken und rissig. Alle waren durstig, wenn das Erbrechen nachliess und verlangten nach kaltem Wasser, welches ihnen in kleinen Mengen ohne schlechte Folgen gestattet wurde. Als sie wieder ausgehen konnten, war einige Tage lang keines der Opfer im Stande, in der heissen Sonne zu verweilen und selbst jetzt (ungefähr 10 Tage nach der Vergiftung) belästigt

1) a. a. O. Bd. 10 S. 147.

mich selbst die Hitze. Ich leistete 12 Personen ärztliche Hilfe und fühlte mich ausserdem selbst krank fast genau in der gleichen Weise wie alle Erkrankten. Manche klagen noch jetzt über die Unfähigkeit, Nahrung ohne Uebelbefinden im Magen zu behalten.

Der Mann, der das Eis bereitete, genoss einen Theelöffel voll davon, und er erbrach in gleicher Weise wie jene, die eine volle Portion gegessen hatten, aber in milder Form. Alle litten unter einem unwiderstehlichen Schlafbedürfnis, welches kaum zu überwinden war. Selbst jetzt fühlen sich einige von ihnen noch schläfrig mit häufigem Schmerz im Hinterkopf.

Mit collegialem Grusse

R. C. Moffit M. D.

Später erhielt ich von dem Verfertiger des Eises einen Brief, aus dem ich folgendes mittheile. »Die Milch, aus der das Eis bereitet war, war süsse und frische Morgenmilch, mit der nur der Rahm der Milch der vorhergehenden Nacht von den gleichen Kühen vereinigt war. Die Milch wird in einem kühlen, reinen Milchkeller aufbewahrt. Die Crême wurde ungefähr am Mittag dieses Tages zubereitet und unmittelbar nachher wurde mit dem Process des Gefrierenlassens begonnen. Die Gefässe waren alle gründlich gereinigt. Es war ganz unmöglich, dass denselben irgendwelche Unreinigkeiten anhafteten; denn sie waren vor dem Gebrauche gebrüht, geputzt und getrocknet. Die einzigen bei der Bereitung gebrauchten Bestandtheile waren Milch, Rahm, Eier, Zucker (feinste körnige Qualität) und das Gewürz.«

»Das Citroneneis liess ich zuerst gefrieren, dann wurde es herausgenommen, in die Transportgefässe gebracht und fest mit Eis und Salz verpackt. Dann wurde das Vanilleeis auf gleiche Weise gefrieren lassen, ich gebrauchte bei seiner Bereitung den besten Jennings-Extract ungefähr in der gewöhnlichen Menge nicht im Uebermaass. Das Eis wurde am Abend von vielen Leuten des Dorfes verzehrt, alle die, welche von dem Vanilleeis assen, wurden krank, aber keiner von jenen, welche von dem Citroneneis genossen, erfuhr die geringste Störung seines Wohlbefindens.«

Nun war die Milch die gleiche in beiden Eisportionen, von denselben Kühen, am selben Morgen gemolken, am gleichen

Morgen, an dem das Eis bereitet wurde, so dass kein Unterschied in der Mischung vorhanden war, die zur Herstellung des Vanille- und Citroneneises verwendet wurde, und dennoch zeigte sich, dass das eine die Menschen krank machte und das andere nicht. Wir haben seitdem öfters Eis in derselben Weise hergestellt ohne die geringste Aenderung an den Ingredienzien oder an den Apparaten, nur haben wir keinen Vanilleextract mehr benutzt, sondern Citronen und Ananas, und dasselbe ist ungestraft gegessen worden, nicht einer ist infolge des Genusses erkrankt. Nach meiner Ansicht scheint sicher, dass die Milch an der Erkrankung keine Schuld trifft.«

»Eine weitere Sache: Natürlich ist das Eis, welches Sie untersuchten, schon seit dem 9. Juni hergestellt und mag Veränderungen erlitten haben, die zur Entstehung des Giftes führten, von dem in den Zeitungen berichtet wurde (manche Zeitungen brachten Nachrichten über die Auffindung des Giftes) und das nicht im Eis gefunden worden wäre, wenn es im frischen Zustande untersucht worden wäre.« J. W. Johnson.

Dass das Gift, welches ich im Eis fand, dasselbe war, wie das, was die Leute krank gemacht hatte, kann nicht bezweifelt werden nach Vergleichung der Symptome, die ich an der Katze hervorbrachte, mit jenen, die von Dr. Moffit beobachtet worden waren. Wie oben mitgetheilt ist, war das Experiment an der Katze gemacht, bevor ich den Brief von Dr. Moffit erhielt. Das Eis war am 9. Juni bereitet, das Gift am 14. abgeschieden worden.

Ich schrieb an Herrn Johnson und legte ihm einige Fragen vor, auf welche er mir freundlich und freimüthig antwortete. Da die Natur der Fragen aus den Antworten zu ersehen ist, theile ich nur letztere mit.

»1. Die Milch aller Kühe wurde zusammengemischt bei der Bereitung der Crême.
2. Die Crême für das Citronen- und Vanilleeis war die nämliche, bereitet und gemischt, ehe die Extracte zugesetzt wurden.
3. Wir hatten früher die gleichen Marken von Citronen- und Vanilleextract (beste Qualität von Jennings) benutzt, ohne ein schlechtes Resultat zu bekommen.

4. Das Futter der Kühe am Morgen und Abend besteht aus Hafer und Korn, die zusammen gemischt und trocken in Verbindung mit Kleeheu gefüttert wurden. Niemals bemerkte ich etwas Verdächtiges in der Fütterung oder dem Futter. Wir haben hier fliessendes Wasser, das von einer Quelle auf der Weide kommt. Schatten ist reichlich vorhanden. Abends werden die Kühe von der Weide nach Hause getrieben und im Stalle oder Viehhof untergebracht je nach der Jahreszeit. Stall und Viehhof sind der Beaufsichtigung jederzeit zugänglich. Meine Wohnung liegt in der Mitte des Dorfes, und die Gesundheitsbehörde würde mir nicht gestatten, meine Kühe in meinem Stall und Viehhof unterzubringen, wenn dort im Sommer irgendwelche schlechte Gerüche herrschen.
5. Die Euter werden gründlich gewaschen vor jedem Melken.«

Es ist kein Grund vorhanden, zu vermuthen, dass der Verfertiger des Eises sich in obenstehender Mittheilung nicht strenge an die Wahrheit hielt, und wir können leicht verstehen, dass er annahm, dass die giftigen Eigenschaften der Crême, die er zuletzt gefrieren liess, der Vanille zuzuschreiben gewesen sei. Es war alles eine Crême, bis sie fertig zur Würzung war, dann wurde sie in 2 Portionen getheilt, deren eine mit Citronen, die andere mit Vanille gewürzt wurde. Die erste war unschuldig, die zweite giftig. Die natürliche Vermuthung war, dass die Vanille die giftige Substanz enthielt. Ausserdem wurde diese Theorie gestützt durch die wohlbekannte Thatsache, dass Vanilleextracte manchmal giftig sind. Aber Herr Novié und ich hatten zweifelsohne bewiesen, dass der Vanilleextract, der zu diesem Eis benutzt wurde, ungiftig war. Prof. Gibson hat seitdem darauf aufmerksam gemacht, dass, wenn die Menge Vanilleextract, die gewöhnlich zu Eis benutzt wird, die beobachteten Symptome hervorgebracht haben sollte, sie 10mal so giftig wie Strychnin hätte sein müssen[1]). Aber Herr Novié nahm 2½ Theelöffel von dem Vanilleextract und fühlte nachher keine Gesundheitsstörung.

---

1) New-York Medical Record 28. August 1886.

Nach sorgfältigem Studium der von dem Eisfabrikanten erhaltenen thatsächlichen Mittheilungen drängten sich folgende Fragen auf:

1. Wie viel Zeit verstrich zwischen der Bereitung der Crême und dem Gefrierenlassen der Portion, welche mit der Vanille gewürzt war?
2. In welcher Umgebung befand sich die Crême während dieser Zeit?

Die Nachforschung ergab die Thatsache, dass die Zeit, welche zwischen der Bereitung der Crême und dem Gefrierenlassen der Portion, die mit Vanille gewürzt war, verstrich, verschieden von dem Verfertiger und seinem Gehilfen geschätzt wurde und zwar von 1 oder 1½ Stunden bis 4 Stunden.

In Betreff der zweiten Frage war es schwierig, eine sichere Antwort zu erhalten. Da man nicht erwarten durfte, dass der Verfertiger der Crême eine unbefangene Antwort über diesen Punkt ertheilen würde, so wurde die Frage an den Gesundheitsbeamten des Dorfes gerichtet. Von diesem Beamten konnte kein Bericht erhalten werden. Indessen hat mir ein Dorfbewohner folgende Nachricht über die Bedingungen gegeben, unter denen sich die Vanillecrême befand, bevor man sie gefrieren liess.

»Die Crême wurde in dem hinteren Ende eines Holzbaues gefrieren lassen, der in der Mainstreet liegt. Er hat eine schattige Lage, keinen Unterbau, und die Schwellen haben sich in den Boden gesenkt. Vorrichtungen zum Ableiten des Regenwassers fehlen, und das Wasser, das vom Dache läuft, versickert im Baugrund.

Von den Strassen fliesst auch reichliches Drainagewasser gegen das Gebäude, da dieselben auf zwei Seiten erhöht wurden, seit das Haus erbaut ist. Das Haus war eine Anzahl Monate unbewohnt, folglich ohne Ventilation, und, was das schlimmste ist, das hintere Ende des Gebäudes (wo das Gefrieren der Crême stattfand) wurde zuletzt als Fleischmarkt benutzt. Die Crême, welche die giftigen Eigenschaften zeigte, war die zuletzt erstarrte Portion. Es stand dieselbe deshalb wenigstens 1½ bis 2 Stunden in einer Atmosphäre, die stark der einer »privy vault« glich, bevor

man sie gefrieren liess. Es scheint mir, dass eine Substanz, die so gegen ihre Umgebung empfindlich ist wie Milch, einer Ansteckung in solcher Atmosphäre schwer entgehen konnte.«

Das obige Zeugnis von einem nicht sachverständigen aber offenbar sehr aufmerksamen Beobachter liefert Informationen von grossem Werth. Wenn noch Zweifel darüber bestehen könnten, dass das Gift seine Entstehung einer Fermentwirkung verdankte, so würden die folgenden Experimente geeignet erscheinen, dies klar zu stellen.

1. Am 26. Juni nahm ich zwei Proben von je einer Pinte aus einer Flasche voll Milch, welche schon in Milchsäurengärung übergegangen war. Die Proben wurden in reine, graduirte Glascylinder aufgestellt. Zu der einen fügte ich ein haselnussgrosses Stück des festen Theils der giftigen Crême, nachdem ich es vorher mit destillirtem Wasser gewaschen hatte, die andere Portion blieb ohne Zusatz. Diese Proben standen während 48 Stunden neben einander, beide wurden dann auf Tyrotoxicon untersucht. Die eine, zu der kein Zusatz gemacht worden war, gab keine Krystalle, keinen Geruch und war ohne Wirkung auf eine Katze. Die andere, zu der der Zusatz gemacht worden war, lieferte Krystalle, welche den Geruch des Tyrotoxicon hatten und die, als ich sie einer sehr grossen, alten Katze darreichte, Schaum vor dem Munde und Würgen hervorbrachten, aber kein Erbrechen oder Diarrhöe. Am nächsten Tag war das Thier im Stande, Futter zu sich zu nehmen und schien sich erholt zu haben. Ich bin ganz sicher, dass, wenn die Substanz einem jungen Thiere dargereicht worden wäre, das Resultat prägnanter gewesen wäre.

2. Am 8. Juli wurde zu einem Quart Nachtmilch ein Stück von dem festen Theil des Lawton Eises ungefähr von der Grösse einer Haselnuss hinzugefügt. Dieses Stück stammte von dem einen Rückstand, der in einem Papierfilter seit der Analyse des giftigen Eises am 14. Juni liegen geblieben war. (Am 8. Juli war die erste Milch zur Herstellung des Lawton Eises gesammelt worden.) Dieser getrocknete und hart gewordene Klumpen wurde zerkrümelt in die Milch gebracht und letztere in einer reinen Zinkpfanne in einen kühlen Keller gestellt. Am 9. Juli wurde

zu einem Quart Morgenmilch abermals eine kleine Menge des inficirten Stoffs gefügt und diese Milch ebenso im Keller aufgestellt. Um 1 Uhr nachmittags wurden beide Milchportionen in einen reinen irdenen Krug geschüttet und 4 frischgeschlagene Eier und 1 Pinte krystallisirter Zucker hinzugefügt. Das Ganze wurde gründlich gemischt bei Zimmertemperatur bis 4 Uhr stehen gelassen, dann in die Eisbüchse eines Refrigerators gestellt, mit Eis umgeben und hier bis 7 Uhr morgens des nächsten Tages (10. Juli) aufbewahrt. Dann wurden 3 Unzen der Masse mit destillirtem Wasser durchgeschüttelt, darauf filtrirt, das Filtrat alkalisch gemacht und mit Aether geschüttelt. Der Rückstand nach der Verdampfung des Aethers wurde in etwas Wasser gelöst und einem ungefähr zwei Monat alten Kätzchen gegeben.

Unmittelbar darauf liess das Kätzchen die Symptome einer Tyrotoxiconvergiftung erkennen, welche schon beschrieben worden sind. Ich begann die Analyse dieser Masse am Morgen vor dem Frühstück, und da mir bei dem Transport der Schüssel ein wenig am Finger hängen blieb,. kostete ich davon. Wenige Minuten später wurde mir übel, und 10 Minuten nach dem Genuss erbrach ich. Die rasche Wirkung einer so kleinen Quantität war wahrscheinlich durch den Zustand meines Magens verschuldet. Um 2 Uhr nachmittags am selben Tage nahm ich einen Theelöffel von der Masse, in 30 Minuten empfand ich deutliche Ueblichkeit und einigemal heftiges Würgen aber kein Erbrechen. Um 3 Uhr nachmittags, als die Symptome abgenommen hatten, nahm ich einen Esslöffel von der Masse. Ungefähr 3 Uhr 30 Minuten begann ein lebhaftes Erbrechen, die Ueblichkeit dauerte ungefähr eine Stunde. Nach Ablauf dieser Zeit schienen die Krankheitsempfindungen vorüber.

Um 8 Uhr abends, während ich einen Patienten besuchte wurde ich sehr plötzlich und heftig von Ueblichkeit und Leibschmerz befallen. Ich erbrach wieder und hatte einen wässerigen Stuhl. Nachher empfand ich keine weiteren Störungen. Der Schmerz im Hinterkopf, den Dr. Moffit in seinem Briefe erwähnte, war sehr deutlich während einiger Stunden nach dem Genuss der Masse. Er bestand in heftigen lancinirenden Schmerzen,

welche genau auf den Hinterkopf beschränkt waren. Die Ueblichkeit war eigenthümlich, ich kann nicht sagen, dass ich dabei einen Schmerz im Magen empfand. Ich fühlte im Munde einen ekelerregenden Geschmack und empfand einen eigenthümlichen, höchst ekelerregenden Geruch, der die Ueblichkeit vermehrte. Ich erkannte den letzteren als den des isolirten Giftes. Kehle und Mund schienen mit einem klebrigen, zähen Schleime erfüllt, kurz die Wirkungen auf die Theile glichen denen, welche ich als Folge einer zu starken Dosis Atropin kennen lernte.

Ich denke, dass diese Experimente die giftigen Eigenschaften des Vanilleeises erklären. Die Fermentation, die in der Masse vorging und die wahrscheinlich vor der Theilung in 2 Portionen begann, wurde durch den Gefrierprocess in der Partie, die mit Citronen gewürzt war, aufgehalten. Aber während man das Citroneneis gefrieren liess und herausnahm (was 1 oder 1½ bis 4 Stunden dauerte) stand der Theil der Masse, aus der Vanilleeis gemacht werden sollte, unter dem Einfluss der oben beschriebenen schmutzigen Umgebung. Es dauerte in ihm der Fermentationsprocess fort, und bevor man es gefrieren liess, war eine genügende Giftmenge gebildet, um die Personen, die davon assen, ernstlich krank zu machen.

Ich muss hervorheben, dass an der Masse, die ich bereitete, kein besonderer Geschmack wahrzunehmen war, sie schmeckte süss und angenehm. Aber während sie für den Geschmack durchaus nicht sauer erschien, gab sie mit Lackmus geprüft eine entschieden sauere Reaction und war nicht amphoterisch, wie Kuhmilch häufig ist.

Es ist möglich, dass die Anwesenheit einer grossen Eiweissmenge aus den Eiern in der Masse die Zersetzung beschleunigte. Ich glaube mich zu erinnern, dass die Käsefabrikanten gefunden haben, dass ein grosser Eiweissgehalt, Käse zu Zersetzungen geneigter macht.

Natürlich möchte Verfasser nicht so verstanden sein, als ob er der Meinung sei, dass alles Eis, welches Gesundheitsstörungen hervorbringt, seine giftigen Eigenschaften dem Tyrotoxicon verdankt. Die Meinung, dass der Gebrauch von zersetzter

Gelatine die Ursache der Giftigkeit verschiedener Eissorten ist, ist sicher begründet. Die Gelatine kann das Gift selbst enthalten oder, was wahrscheinlicher ist, Fäulnisveränderungen in der Masse erregen, durch die irgend ein Gift erzeugt wird. Das so erzeugte Gift könnte Tyrotoxicon sein, doch enthielt das Lawton Eis keine Gelatine.

2. Giftige Milch.

Im November 1885 brachte mir ein Student eine 4 Unzen haltende, theilweise mit Milch gefüllte Glasflasche, welche mit einem Glasstöpsel dicht verschlossen ungefähr 6 Monate gestanden hatte. Aus derselben gelang es mir, das gleiche Gift zu isoliren, es wurde an seiner Krystallform und seiner Wirkung auf mich selbst erkannt. Es war anzunehmen, dass diese Milch, als sie aufgefangen wurde, von normaler Zusammensetzung war, doch konnten wir über diesen Punkt nichts sicheres erfahren.

Ich brachte darauf einige Gallonen normaler Milch in vollkommen reine Flaschen mit Glasstöpsel und liess dieselben in meinem Arbeitsraum stehen. Die Untersuchung dieser Proben wurde mit negativem Resultat ungefähr 3 Monate fortgesetzt. Dann gelang es mir, das Gift aus einer der Flaschen zu isoliren. Die Methode es nachzuweisen war die folgende: Die coagulirte Milch wurde durch dichtes, schwedisches Filtrirpapier filtrirt. Das Filtrat war farblos und reagirte entschieden sauer. Es wurde schwach alkalisch gemacht durch Zusatz von Kalilauge und dann mit Aether geschüttelt. Nach der Abscheidung des Aethers wurde die ätherische Schicht mit einer Pipette entfernt, auf ein trockenes Filter gebracht, um die weissen Flocken, welche in ihm schwammen, zurückzuhalten, und dann der freiwilligen Verdunstung überlassen. Wenn nöthig, wurde dieser Rückstand im Wasser gelöst und die Lösung auf's neue mit Aether ausgezogen. Bei der Verdunstung des Aethers wurde Tyrotoxicon erhalten und an seinen krystallinischen Eigenschaften, an seinem Geruch und an der Wirkung erkannt, welche ein kleines auf die Zunge gelegtes Stückchen hervorbrachte. Da der Aether etwas Wasser aufnimmt, bleibt von dem letzteren nach der spontanen Verdunstung des Aethers

gewöhnlich genug zurück, um das Gift in Lösung zu halten, und um die Krystalle aus dieser wässerigen Lösung zu erhalten, musste man die Lösung einige Stunden in Vacuum über Schwefelsäure stehen lassen.

Aus einer halben Gallone Milch wurde eine sehr concentrirte, wässerige Lösung des Giftes nach der freiwilligen Verdunstung des Aethers erhalten. 10 Tropfen dieser Lösung in den Mund eines kleinen 3 Wochen alten Hündchens gebracht, verursachte in einigen Minuten Schaum vor dem Munde, Würgen, Erbrechen von flockiger Flüssigkeit, Krämpfe in den Bauchmuskeln und nach einigen Stunden wässerige Stühle. Am nächsten Tage schien sich der Hund theilweise erholt zu haben, war aber unfähig, irgendeine Nahrung bei sich zu behalten. Dieser Zustand dauerte 2 oder 3 Tage an, dann wurde das Thier getödtet, aber keine Section gemacht.

Den wichtigsten Beitrag zu unserer Kenntnis über Tyrotoxicon in der Milch ist kürzlich in einem Bericht des Dr. W. K. Newton und Dr. Shippen Wallace, Chemiker des Gesundheitsamtes von New-Jersey geliefert worden [1]). Da der Inhalt dieses Berichts von grossem Werth ist, so bitte ich mir folgendes ausführliche Citat zu gestatten.

»Am 7. August erkrankten bald nach dem Nachtessen auf einmal 24 Personen in einem der Hotels von Long Branche. In einem andern Hotel wurden am selben Abend 19 Personen von der gleichen Krankheit ergriffen. Es verstrichen zwischen 1 und 4 Stunden zwischen dem Essen und den ersten Symptomen. Die notirten Krankheitserscheinungen waren die einer gastro-intestinalen Reizung, ähnlich denen nach der Vergiftung mit irgendeinem reizenden Gift — d. h. Ueblichkeit, Erbrechen, Krämpfe und Collaps — wenige hatten Diarrhöe. Trockenheit des Schlundes und brennendes Gefühl in der Speiseröhre waren hervorstechende Symptome.

Während man nach der Ursache der Krankheit forschte, wurden eine Woche nach der ersten Serie von Fällen in einem

1) Philadelphia Medical News 25. September 1886.

andern Hotel 30 Personen von genau den gleichen Symptomen befallen, wie sie beim 1. Ausbruch beschrieben wurden. Als die Nachricht vom Ausbruch der Krankheit bekannt wurde, ging einer von uns sofort an die Arbeit, um unterstützt durch die Autorität des Gesundheitsamtes die Ursache der Krankheit zu ergründen. Der Gang der Untersuchung war ungefähr der folgende.

Der Charakter der Krankheit wies natürlich daraufhin, dass irgendein Nahrungsmittel die Ursache war, und der erste Theil unserer Aufgabe war der, eine Substanz herauszubringen, die an den Erkrankungen schuld sein konnte. Die Küchengeräthe wurden auch verdächtigt, weil unreine Kupfergefässe schon oft die Bildung eines reizenden Giftes verursacht haben. Gewisse Nahrungsmittel wie Austern, Krabben, blaue Fische (blew-fish) und spanische Makrelen, durch deren Genuss schon manchmal Vergiftungssymptome bei Personen, die für gastrische Zustände sehr empfindlich sind, hervorgebracht wurden, wurden berücksichtigt, aber es fand sich, dass keine von diesen Substanzen zur Zeit des Krankheitsausbruchs genossen worden war. Die Küchengeschirre wurden untersucht aber alle rein und glänzend befunden, nirgends zeigte sich das Metall angegriffen.

Vielseitige weitere Nachforschungen enthüllten die Thatsache, dass alle die, welche erkrankt waren, Milch in grösseren oder kleineren Quantitäten getrunken hatten, und dass die Personen, welche an dem Milchgenuss nicht Theil genommen hatten, gänzlich verschont blieben. Diese Thatsache gewann dadurch an Bedeutung, dass diejenigen, die sich hauptsächlich von Milch ohne jede andere Nahrung genährt hatten, heftig erkrankten. Dies wurde besonders von Kindern berichtet, die mit der Flasche nichts anderes als ungekochte Milch bekamen. Ein Erwachsener, der ungefähr ein Quart Milch trank, wurde fast unmittelbar darauf von heftigem Erbrechen befallen, dem Diarrhöe und Collaps folgten. Es möge genügen zu sagen, dass wir im Stande waren, alle anderen Nahrungsstoffe auszuschliessen und zu entscheiden, dass die Milch der einzige Grund des Krankheitsausbruchs war.

Da wir dies sicher festgestellt hatten, war der nächste Schritt zu entdecken, warum die Milch in diesen Fällen

eine so schwere Form von Erkrankung hervorzubringen im Stande war.

Die Punkte, auf die wir unsere Untersuchung ausdehnten, waren die folgenden: 1. Zusatz einiger chemischer Körper wie Borax, Borsäure, Salicylsäure, doppelkohlensaures Natron, schwefelsaures Natron, die der Milch hinzugefügt werden, um eine Säuerung zu verhüten oder zu corrigiren. 2. Der Gebrauch eines unreinen Wassers als Verfälschungsmittel. 3. Giftige Stoffe, die zufällig in der Milch anwesend sein konnten. 4. Die Verwendung der Milch von krankem Vieh. 5. Fütterung des Viehs mit unreinem Futter. 6. Nachlässige Behandlung der Milch. 7. Die Entwickelung von einem Ptomain in der Milch wie etwa Tyrotoxicon.

Zur Zeit des ersten Ausbruchs waren wir unglücklicherweise nicht im Stande, etwas von der giftigen Milch zu bekommen, da die nicht verbrauchte vernichtet war, aber beim 2. Ausbruch konnten wir uns eine reichliche Quantität verschaffen.

Es wurde bald festgestellt, dass ein Händler alle Milch, die in den 3 Hotels, wo Krankheitsfälle vorgekommen waren, geliefert hatte; nachdem wir seinen Namen und Adresse erhalten hatten, war der nächste Schritt in unseren Nachforschungen, alle Farmen und das dort befindliche Vieh zu besichtigen, von dem Milch geliefert wurde. Wir erfuhren dabei auch, dass täglich den Hotels 2 Milchlieferungen zugegangen waren, eine morgens und eine abends, dass die zur Nachtzeit gelieferte Milch die einzige Ursache der Krankheit war und dass nur die Milch von einer Farm verdächtig war. Die Kühe auf dieser Farm wurden in gutem Gesundheitszustand gefunden, dieselben wurden, wenn sie nicht auf der Weide waren, mit Kleie und Kornmehl gefüttert. Durch diese Ermittelungen waren wir im Stande, als Ursache krankes Vieh und unreines Futter auszuschliessen und waren also gezwungen, die anderen möglichen Ursachen der giftigen Wirkung ins Auge zu fassen.

Während wir die Inspection der Farmen machten, schritt die Analyse der Milch vor, die Resultate derselben zeigten, dass keine chemische Substanz der Milch hinzugefügt worden war, dass sie von der gewöhnlichen Zusammensetzung war, dass sie nicht mit unreinem Wasser verdünnt war und dass sie keine

giftigen Metalle enthielt. Diese Resultate liessen uns nur an 2 wahrscheinliche Ursachen denken, nachlässige Besorgung der Milch und Anwesenheit eines Ferments.

In Beziehung auf den ersten Punkt erfuhren wir bald vielerlei. Die Kühe wurden zu den ungebräuchlichen und unnatürlichen Stunden Mitternacht und Mittag gemolken, und die Mittagsmilch — deren Genuss allein von Unwohlsein gefolgt war — wurde, noch so lange sie warm war, in Gefässe gebracht und dann, ohne zu warten, bis sie abgekühlt war, 8 Meilen weit gefahren in der heissesten Tageszeit eines sehr heissen Monats.

Dieses Verfahren schien uns vollkommen hinzureichen, um die Milch ungeniessbar, wenn nicht gefährlich zu machen; denn es ist wohlbekannt, dass, wenn frische Milch in dicht schliessende Gefässe gebracht und in einem warmen Raum aufgestellt wird, sich ein sehr unangenehmer Geschmack und Geruch entwickelt. Alte, erfahrene Milchproducenten sprechen von der »thierischen Wärme« als einer Eigenschaft, deren Entfernung nothwendig ist, wenn sich die Milch gut halten und einen angenehmen Geschmack haben soll. Obgleich wir diese Erfahrung nicht völlig verstehen können, sind wir doch vollkommen überzeugt, dass Milch gründlich und reinlich gekühlt und gelüftet werden sollte, bevor sie auf irgendwelche Entfernungen hintransportirt oder zum Genuss in den Städten verkauft wird.

Diese Meinung gründet sich auf das Studium der Methoden, die von erfahrenen Milchproducenten allgemein angewendet werden insofern sie grosse Milchmengen in unsere grossen Städte liefern. Das gewöhnliche Verfahren besteht darin, die Milch in grossen Gefässen von Eis und kaltem Wasser umgeben, 8—12 Stunden vor dem Transport stehen zu lassen. Wenn sie dann auf den Wagen gebracht wird, hat sie eine Temperatur von 50—60° F. und wird den Consumenten vollkommen süss verabfolgt. Die Stadt New-York empfängt jeden Tag ungefähr 20000 Gallonen Milch aus den umliegenden Landbezirken; ein grosser Theil derselben, der mit der Eisenbahn herkommt, war zwischen 6 und 12 Stunden unterwegs, und doch hören wir selten einmal etwas davon, dass Milch die eigenthümliche Zersetzung eingegangen

sei, die wir in der Long Branch Milch beobachteten. Wir gelangen dadurch zu der Annahme, dass die sorgfältige Behandlung der Milch, nachdem sie gemolken ist, und die Aufbewahrung bei niederer Temperatur die Bildung eines Ferments verhindern. Diese Meinung scheint von allen Milchwirthen getheilt zu werden, welche wir befragten, sie stimmen alle darin überein, dass Milch, die bei niederer Temperatur gehalten wird, viele Tage süss und in gutem Zustand bleibt.

Wir haben bei diesem Kapitel etwas ausführlicher verweilt, weil wir vollkommen überzeugt sind, dass die unreinliche Besorgung der Milch viel an der Krankheit, die sie hervorbrachte, schuld war.

Als die Resultate unserer Untersuchung so viel enthüllt hatten, gingen wir daran, eine Substanz aus der giftigen Milch zu isoliren, um den Beweis vollständiger zu führen. Eine Quantität der Milch, welche die Krankheit beim 2. Ausbruch verursacht hat, wurde gerinnen lassen, auf ein Filter gegeben und das Filtrat gesammelt. Letzteres war stark sauer und wurde durch Zusatz von Kalilauge schwach alkalisch gemacht. Dieses alkalische Filtrat wurde nun mit der gleichen Menge reinen, trockenen Aethers geschüttelt, einige Stunden stehen gelassen und dann die Aetherschicht mit einer Pipette abgehoben. Zum Rückstand wurde frischer Aether gegeben, wieder geschüttelt, der Aether nach der Trennung der Schichten abgehoben und zum 1. Aetherauszug hinzugefügt. Die Aetherextracte wurden der freiwilligen Verdunstung überlassen, und der Rückstand, der eine kleine Menge Fett zu enthalten schien, mit destillirtem Wasser behandelt und filtrirt. Das Filtrat wurde mit Aether behandelt, der Aether abgehoben und der freiwilligen Verdunstung überlassen, wobei wir eine Quantität nadelförmiger Krystalle erhielten. Diese krystallinische Substanz gab eine Blaufärbung mit Ferricyankalium und Eisenchlorid und reducirte Jodsäure. Als die Krystalle auf die Zunge gelegt wurden, veranlassten sie eine brennende Empfindung. Ein Theil der Krystalle wurde mit Milch gemischt und einer Katze verfüttert. Nach 1/2 Stunde wurde das Thier von Würgen und Brechen befallen und war bald in einem Collapszustand, aus dem es sich indessen in wenigen Stunden erholte.

Schlüsse. »Wir sind berechtigt anzunehmen nach Erwägung aller bei den Nachforschungen sicher ermittelter Thatsachen, dass die Krankheit von Long Branch durch giftige Milch verursacht und dass die giftige Substanz Tyrotoxicon war.«

Die Entstehung dieser Substanz war ohne Zweifel durch die unreinliche Behandlung der Milch verschuldet, d. h. man liess zu lange Zeit verstreichen zwischen dem Melken und Abkühlen der Milch, indem man für das letztere nicht besorgt war, bevor die Milch ins Hotel gebracht wurde, woraus folgt, dass in der Milch, wenn sie unmittelbar nach dem Melken abgekühlt worden wäre, die Fermentirung unterblieben und Tyrotoxicon nicht gebildet worden wäre.«

Noch in jüngster Zeit hat Prof. Shearer, Chemiker des Gesundheitsamtes von Jowa, durch meine Methode Tyrotoxicon aus Milchproben isolirt, welche Krankheit in Corning (Jowa) verursacht hatten. Er isolirte auch das Gift aus dem Erbrochenen von solchen Kranken [1]).

Tyrotoxicon und Cholera infantum.

Ich wünsche die Aufmerksamkeit auf die grosse Aehnlichkeit zwischen den Symptomen einer Vergiftung mit Tyrotoxicon und jenen bei Kindercholera zu lenken. Ich weiss wohl, dass der Ausdruck Cholera infantum von vielen für jede Sommerdiarrhöe der Kinder gebraucht wird, beschränken wir aber diese Bezeichnung auf die heftige Cholera-Diarrhöe, wie es von Smith und andern ersten Autoritäten auf diesen Gebieten geschehen ist, so finden wir eine sehr deutliche Aehnlichkeit mit der Tyrotoxicon-Vergiftung.

Die Plötzlichkeit und Heftigkeit des Anfalls, die Ueblichkeit und das Erbrechen ohne deutliche Empfindlichkeit des Abdomens, das Aussehen der Stühle, der grosse Durst, der heftige Schmerz im Hinterkopf, die nervöse Abgeschlagenheit, das tiefe Schlafbedürfnis werden alle bei beiden beobachtet. Weiter stimmte das weisse, feuchte Ansehen der Magenschleimhaut der Katze genau mit Beobachtungen an Kindern, die an Cholera infantum gestorben waren. Cholera infantum, wie sie Smith auffasst, ist »eine

1) Jowa State Register 12. October 1886.

Krankheit der Sommermonate und, abgesehen von wenigen Ausnahmen, eine Krankheit der Städte[1]). Die Krankheit tritt also zu der Zeit auf, wo Zersetzungen der Milch besonders leicht stattfinden. Sie tritt an Orten auf, wo oft absolut frische Milch nicht beschafft werden kann, und ist am häufigsten in Bevölkerungsklassen, deren Wohnort besonders günstig für Zersetzungsvorgänge ist. Sie ist besonders verhängnisvoll für ein Alter, das zu seiner Ernährung im höchsten Maasse auf Milch angewiesen ist, für ein Alter, das wegen der reichlichen Entwickelung intestinaler Follikel eine besonders grosse Empfänglichkeit für die Wirkung eines irritativen Giftes besitzt und in dem irritative und nervöse Fieber besonders leicht entstehen. Hält man alle diese Thatsachen zusammen mit den Experimenten, welche oben ausführlich dargestellt worden sind, die die Leichtigkeit beweisen, mit der das Gift entsteht, so wird es Jedermann wenigstens wahrscheinlich erscheinen, dass Tyrotoxicon eine Ursache der Cholera infantum ist. Etwas in einer Ritze eines Zinneimers eingetrocknete Milch oder eine Brustwarze, ein Wischtuch, eine Saugflasche etc., die nicht gründlich gereinigt sind, können hinreichen, um in einer grossen Menge Milch genug von dem Gift zu erzeugen, um es sehr gefährlich für Kinder zu machen. Die hohe Temperatur, welche bei Kindern mit Cholera infantum beobachtet worden ist und welche an Erwachsenen, die mit Tyrotoxicon behandelt wurden, nicht zur Beobachtung kam, mag durch die fortgesetzte Bildung des Giftes im Verdauungskanal des Kindes durch die fortgesetzte Milchzufuhr und durch die grössere Reizbarkeit des sympathischen Nervensystems bei Kindern verursacht worden sein.

Ich fand Tyrotoxicon in einer Milch, mit der ein Kind genährt wurde, als es von Cholera infantum befallen war, und theile den folgenden Auszug aus meinem Bericht über den Fall mit[2]).

Am 30. Juli 1886 wurde ich ungefähr um 7 Uhr Nachmittags zu dem ungefähr 7 Monat alten Kinde des Mr. B. gerufen. Ich fand, dass das Kind anhaltend, ungefähr 3 Stunden lang gebrochen

1) A Treatise on the diseases of Infancy and Childhood. Fifth edition 1882 p. 721.

2) Proceedings of the Michigan State Board of Health 1. Oct. 1886.

hatte, es hatte auch 6 oder 7 wässerige Stühle gehabt, die Augen waren eingesunken, die Haut kalt und klebrig, der Puls rasch und klein. Die vorhergehende Nacht hatte das Kind so wohl wie gewöhnlich geschienen und die Mutterbrust gerne genommen. Früh am Morgen hatte man ihm eine Flasche Kuhmilch gegeben, und bald darauf begann die Ueblichkeit und das Erbrechen. Später, wie oben erzählt, fing das Kind an, Durchfall zu bekommen. Da die Mutter nicht genügend Milch für das Kind hatte, so hatte sie die Gewohnheit gehabt, demselben einigmale des Tags Kuhmilch zu geben. Ich verbot den ferneren Gebrauch von Milch, sowohl der Muttermilch als der Kuhmilch, und gab dafür Fleischpräparate und Reiswasser als Nahrung. Ausserdem verschrieb ich Pepsin, Magisterium Bismuthi, Kalkwasser und Opiumtinctur mit Kampher.

Die Kuhmilch, welche dem Kind geliefert wurde, stammte von einem Thier, das einer der Nachbaren hielt. Am Abend des gleichen Tages, an dem das Kind erkrankt war, erhielt ich 2 Quart der Morgenmilch dieser Kuh. Die Milch sah sehr rahmreich aus, indem sie durch und durch eine gelbliche Farbe hatte. Ich liess die Milch die Nacht des 30. in der Eisbüchse eines Refrigerators stehen. Am Morgen des 31. begann die Analyse. Nachdem ich die Milch aus dem Kruge ausgegossen hatte, verblieben in dem Gefässe ungefähr 2 Unzen einer Flüssigkeit von der Farbe von Portwein Die mikroskopische Untersuchung ergab die Anwesenheit von Eiter und Blutkörperchen. Das Blut wurde auch spectroskopisch durch die charakteristischen Oxyhämoglobinstreifen nachgewiesen. Die Milch, welche schon geronnen war, wurde filtrirt. Das kräftig-saure Filtrat wurde mit Kalilauge schwach alkalisch gemacht und dann mit absolutem Aether geschüttelt. Nach der Trennung wurde die Aetherschichte mit einer Pipette abgehoben und der freiwilligen Verdunstung überlassen. Dieser Rückstand wurde in destillirtem Wasser gelöst und wieder mit Aether geschüttelt. Die ätherische Lösung hinterliess nach freiwilliger Verdunstung einen Rückstand von leicht bräunlicher Farbe. Ich konnte die Krystalle von Tyrotoxicon nicht erhalten, zweifellos wegen der Anwesenheit dieser Spur von Verunreinigung,

aber der Rückstand hatte den Geschmack und Geruch von Tyrotoxicon. In etwas Wasser gelöst und einer Katze verabreicht erzeugte er Würgen und Brechen.

Dass Tyrotoxicon in der Milch, die von dem Kinde kurz vor Beginn der Krankheit genommen war, vorhanden war, darüber konnte kein Zweifel sein. Es ist wahr, dass die Milch auch in anderen Beziehungen abnorm war, da sie ja Eiter und Blut enthielt.

Nach dem Entzug aller Milch und dem Gebrauch der erwähnten medicinischen Mittel begann sich das Kind besser zu befinden, und am Nachmittag des 1. August schien es sich so wohl zu fühlen, dass ihm eine Flasche guter Kuhmilch von einem andern Thier zu geben gestattet wurde. Aber bald, nachdem es diese Milch getrunken hatte, begann es wieder zu brechen und Durchfall zu bekommen. Die Milch wurde wieder verboten, und dieselbe medicinische Behandlung erfolgte wieder. Dieser Anfall war schwach, und nach ihm befand sich das Kind wieder wohl bis zur Nacht des 4. August, wo die Grossmutter, »die mehr von dem Aufziehen der Kinder verstand als der Doctor« dem Kinde reichlich Milch gab. Brechen und Purgiren begann von neuem und es dauerte mehr als eine Woche, bis alle Symptome von Gastrointestinalkatarrh verschwunden waren. Ungefähr am 15. August wurde die Milch wieder gestattet, zuerst in kleinen Mengen und dann, als diese keine schädlichen Folgen zu verursachen schienen, wurden grössere Mengen verabreicht. Das Kind befindet sich seitdem beständig wohl.

Aus den oben mitgetheilten Thatsachen schliesse ich, dass nicht nur das Gift, sondern auch das Ferment, durch dessen Entwickelung das Gift entsteht, in den Nahrungskanal eingeführt wurde, dass dieser Mikroorganismus noch einige Zeit nach dem 4. August fortlebte und dass, wenn wieder Milch gegeben wurde, durch sein Wachsthum das Gift wieder von neuem entstand. Ob das Kind irgendein pilztödtendes Mittel in genügender Menge, um das Ferment zu zerstören, zu vertragen im Stande gewesen wäre oder nicht, weiss ich nicht.

Es bleibt nun die Aufgabe, mit Sicherheit die Natur des Fermentes, das bei der Bildung des Tyrotoxicon betheiligt ist,

zu ermitteln und durch Experimente mit Milch, die mit diesem Pilze geimpft ist, den Werth der verschiedenen pilztödtenden Mittel zu bestimmen. Viele Aerzte glauben, dass das Sublimat in geeigneten Dosen ein sehr wirksamer Körper in der Behandlung der Cholera infantum ist, andere benützen das mildere Calomel.

Glücklicherweise erhielten keine anderen Kinder Milch von der Kuh, mit der das Kind B. genährt wurde. Die Aufmerksamkeit des Besitzers der Kuh wurde auf die Eigenschaft der Milch gelenkt und ihr Gebrauch für einige Tage unterbrochen. Am Euter der Kuh war kein Geschwür zu sehen. Wenn diese Milch mit der von einer Anzahl anderer Thiere gemischt worden wäre, würde die Farbe der Beachtung entgangen sein, und die ganze Milch hätte giftig werden können.

Die Natur des Tyrotoxicon.

Die Bildung dieses Ptomains ist aller Wahrscheinlichkeit nach direct oder indirect durch das Wachsthum eines Mikroorganismus bedingt. Dr. Sternberg fand in dem Käse einen neuen Mikrococcus, aber ob eine Beziehung zwischen dem Mikroorganismus und der Bildung von Tyrotoxicon besteht oder nicht, bleibt zu untersuchen. In dem Käse, der Milch, dem Eis, in allem, wo immer ich das Gift fand, war Buttersäure immer in grösserer oder geringerer Menge zugegen, und es kann sein, dass eine nahe Beziehung zwischen der Buttersäuregärung und der Bildung des Giftes besteht.

Vor einigen Jahren erhielt Selmi ein Ptomain, welches dem Coniin glich, und legte dar, dass es vielleicht durch die Wirkung des Butyraldehyd [1]) auf Ammoniak etwa in folgender Weise gebildet worden sei

$$2\,C_4H_8O + NH_3 - 2\,H_2O = C_8H_{15}N$$

oder durch die Wirkung von Buttersäure auf Ammoniak bei Gegenwart von nascirendem Wasserstoff:

$$2\,C_4H_8O_2 + NH_3 - 2\,H_2 - 4\,H_2O = C_8H_{15}N.$$

1) Ptomaine od Alkaloidi cadaverici, Bologna 1881 p. 29.





ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

UNTER MITWIRKUNG VON

Prof. Dr. J. BOCKENDAHL, Kiel; Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Docent Dr. H. BUCHNER, München; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Moskau; Geh. Rath Prof. Dr. C. FINKELNBURG, Bonn; Prof. Dr. J. v. FODOR, Budapest; Professor Dr. M. GRUBER, Wien; Prof. Dr. R. GSCHEIDLEN, Breslau; Prof. Dr. A. HILGER, Erlangen; Geh. Rath Dr. R. KOCH, Berlin; Professor Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Oberstabsarzt Dr. J. PORT, München; Geh. Rath Dr. REINHARD, Dresden; Regierungsrath Dr. F. RENK, Berlin; Generalarzt Dr. W. ROTH, Dresden; Prof. Dr. M. RUBNER, Marburg; Professor Dr. J. SOYKA, Prag; Prof. Dr. J. UFFELMANN, Rostock; Professor Dr. G. WOLFFHÜGEL, Göttingen.

HERAUSGEGEBEN

VON

J. FORSTER, FR. HOFMANN, M. v. PETTENKOFER,

O. Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

AMSTERDAM LEIPZIG MÜNCHEN.

ACHTER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.
1888.

Inhalt.

Ueber das Verhalten der trockenen Kleidungsstoffe gegenüber dem Wärmedurchgang.

Von

Dr. A. Schuster,
k. b. Stabsarzt.

(Aus dem hygienischen Institut München.)

Die Frage, wie sich die verschiedenen zur Bekleidung des Menschen dienenden Stoffe hinsichtlich der Widerstände, welche sie dem Durchtritt von Wärme entgegensetzen, absolut und relativ zu einander verhalten, ist bis jetzt noch wenig zum Gegenstand experimenteller Studien gemacht worden. Dass diesem Verhalten seitens der Physiker geringe Aufmerksamkeit geschenkt wurde, ist aus dem Grunde erklärlich, weil denselben diese Materie, wenigstens insoferne deren praktische Bedeutung und Verwerthung in Betracht kommt, ferner gelegen ist. Es finden sich denn, soweit ich die betreffende Literatur übersehe, nur von Péclet[1]), Forbes[2]), Schuhmeister[3]) und Rumford[4]) Untersuchungen über die Wärmedurchgangsverhältnisse durch solche Stoffe ausgeführt. Aber auch von hygienischen Gesichtspunkten aus ist die beregte Frage auffallenderweise noch wenig bearbeitet worden; denn Krieger[5]), Hammond[6]) und Coulier[7]) sind die einzigen,

---

1) Péclet, Traité de la chaleur, Paris, Masson 1856 3. edit. Bd. 1 S. 407.

2) Proceedings of the Royal Society of Edinburgh Vol. VIII Session 1872 bis 1873 S. 62—68.

3) Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wissenschaften in Wien 1872 Bd. 65.

4) Tyndall, Die Wärme etc. Deutsche Ausgabe 3. Auflage Braunschweig, Vieweg u. Sohn, 1875 S. 275 u. ff.

5) Zeitschrift f. Biologie 1869 S. 504 u. ff.

6) A treatise on hygiene with special reference to the military service. Philadelphia 1863 S. 583.

7) Gazette hebdomaire de méd. et de chirurg. 1858 Nr. 11 u. 13 p. 189 u. 221.

welche sich bis jetzt experimentell damit beschäftigt haben. Aus naheliegenden Gründen werde ich zunächst nur auf die Arbeiten dieser letzteren Autoren näher eingehen und erst weiter unten jene der ersteren berücksichtigen können.

Coulier, Hammond und Krieger haben ihre Versuche im allgemeinen in der Weise angestellt, dass sie mit warmem Wasser gefüllte Metallcylinder mit den zu prüfenden Stoffen umhüllten und dann die Zeit bestimmten, welche verstrich, bis das Wasser in den Cylindern bei verschiedener Bekleidung aber unter sonst gleichen Verhältnissen um eine bestimmte Anzahl von Temperaturgraden sich abgekühlt hatte. Die gefundenen Zeitdifferenzen bildeten den Maassstab für die grössere oder geringere Hemmung der Wärmeabgabe durch die verschiedenen Stoffe. Coulier verfuhr bei der Ausführung seiner Versuche so, dass er einen Messingcylinder an Seidenfäden in einem Raume, wo die Luft ruhig war, aufhing. Derselbe war oben mit einem Stopfen verschlossen, in welchem ein Thermometer steckte, dessen Kugel sich in der Mitte des Gefässes befand. Der Versuch wurde begonnen, wenn das Wasser im Cylinder, welches noch um 10° wärmer eingefüllt wurde, eine Temperatur erreicht hatte, die um 40° höher war als die Aussentemperatur. Abgelesen wurde mit einem Fernrohr. Wie weiter unten gezeigt werden soll, lassen sich gegen die Zuverlässigkeit dieser Methode einige Einwendungen machen, indessen ist die Zahl der von Coulier untersuchten Stoffe eine ganz geringe, so dass ich mich mit seiner Untersuchungsmethode nicht specieller befassen werde. Ueber die Versuchsanordnung Hammond's war es mir nicht möglich, Näheres in Erfahrung zu bringen, da ich das Original der Arbeit nicht erhalten konnte.

Krieger, der seine Untersuchungsmethode sonst eingehend beschreibt, gibt über die Art und Weise, wie er bei der Ausführung der Versuche verfuhr, leider nichts Genaueres an, sondern er sagt nur, dass »für möglichst gleichmässige Abkühlungsbedingungen gesorgt war«. Es lässt sich nicht leugnen, dass die Versuchsanordnung von Krieger im allgemeinen eine ganz zweckmässige und den wissenschaftlichen Anforderungen fast durchweg genügende war, allein sie ist doch nicht ganz einwurfs-

frei, sie schliesst einige Fehlerquellen ein, deren Tragweite sich nicht a priori bestimmen lässt. Krieger hat bei der Betrachtung der Genauigkeit seiner Methode zum Theil selbst auf dieselben aufmerksam gemacht. So erwähnt er als einer Fehlerquelle, die namentlich bei denjenigen Stoffen, welche eine beträchtliche Verlangsamung der Wärmeabgabe bedingen, ins Gewicht fällt, dass er die beiden Grundflächen seiner Cylinder dadurch möglichst thermisch zu isoliren suchte, dass er die Cylinder auf dicke Wollunterlagen stellte und ferner doppelte Blechdeckel anwendete, zwischen welchen mehrere lose Flanelllagen und dünne, runde Blechscheiben als schlechte Wärmestrahler eingefügt waren.

Ein anderes Moment, welches ebenfalls, wie mir scheint, die Genauigkeit der Versuche beeinträchtigte, war, dass die Cylinder nur etwa zu $^4/_5$ ihrer Höhe mit Wasser gefüllt waren. Nun wurden zwar die Deckel, nachdem das Wasser eingefüllt war, aufgelöthet, um einen dampfdichten Verschluss herzustellen und ragten auch etwas in den Hohlraum des Cylinders hinein, aber es blieb doch, wie es scheint, zwischen dem Deckel und dem Niveau des Wassers ein mit Luft gefüllter Raum, der, soviel sich durch Messungen an der der Krieger'schen Arbeit beigegebenen Abbildung eruiren lässt, immerhin einige Centimeter hoch gewesen ist. Schon durch die Verschiedenheit der specifischen Wärme der die Cylinderhöhle füllenden Medien (Luft und Wasser) können so, vorzüglich dann, wenn in den Aussentemperaturen bei den einzelnen Versuchen grosse Differenzen vorhanden sind, Verhältnisse geschaffen werden, die störend auf den gleichmässigen Verlauf der Entwärmung einwirken; noch mehr aber wird dies der Fall sein durch die Unterschiede, welche naturgemäss unter solchen Umständen die Verschiedenheit der Dampfbildung hervorbringt, auf welche letztere überdies auch Luftdrucksdifferenzen von Einfluss sind.

Der schwerwiegendste Einwurf jedoch, welcher der Untersuchungsmethode Krieger's gemacht werden kann, ist der, dass er es unterlassen hat, das Wasser im Cylinder fortwährend zu mischen. Die Abkühlung des Wassers in einem Gefässe geht, wenn es ruhig sich selbst überlassen bleibt, keineswegs gleich-

mässig vor sich, sondern das Wasser an den Wänden wird zunächst stärker abgekühlt und senkt sich infolge dessen zu Boden, während die wärmeren Massen sich an der Oberfläche sammeln. Dadurch entstehen Strömungen des Wassers innerhalb des Gefässes und eine ganz verschiedenartige Vertheilung der Wärme. Wie mich Beobachtungen gelehrt haben, können auf diese Weise die Temperaturunterschiede an verschiedenen Stellen des Gefässes ganz beträchtlich werden; denn in einem Cylinder von etwa 20 cm Höhe hatte sich bei ruhigem Stehenlassen nach 10 Minuten schon zwischen den obersten und untersten Schichten ein solcher von 1,5—2,0° C. hergestellt. Ein Thermometer, wenn es sich auch genau in der Mitte eines Cylinders oder eines sonstigen Gefässes befindet, zeigt daher durchaus nicht immer die mittlere Temperatur der ganzen Wassermasse an, welche gemessen werden sollte, sondern nur den jeweiligen Stand der Temperatur an der Stelle, wo sich eben die Kugel befindet. Der durch diese Art der Temperaturbestimmung entstehende Fehler ist aber auch nicht bei allen Versuchen der gleiche, wie man vielleicht annehmen könnte, selbst wenn das Thermometer immer an der gleichen Stelle im Gefäss sich befindet, sondern es kann je nach dem rascheren oder langsameren Gang der Abkühlung und der dadurch entstehenden Strömungen die Temperaturvertheilung eine ganz verschiedenartige werden. Will man die wirkliche mittlere Temperatur messen und dies ist nothwendig, wenn die Versuche wahre Resultate liefern sollen, so muss das Wasser fortwährend durcheinander gemengt werden. Die durch Vernachlässigung dieser Maassregel entstehenden Fehler fallen aber bei den Versuchen von Krieger um so mehr ins Gewicht, weil er in der Formel, die er zur Berechnung der Coëfficienten für den Wärmedurchgang durch die Stoffe aus den Beobachtungen anwandte, die Voraussetzung macht, dass die Abkühlung des Wassers im Cylinder ganz gleichmässig erfolgt.

Weiterhin halte ich die Art, wie Krieger seine Versuche ausgeführt hat, hinsichtlich der Gleichmässigkeit der äusseren Bedingungen für nicht ganz fehlerfrei. Krieger gibt über die Mittel, wie er diese Gleichmässigkeit erreicht hat, nichts Näheres

an. Man muss hieraus schliessen, dass er seine Cylinder einfach in einem Raum aufgestellt hat, der, soweit es sich im allgemeinen beurtheilen liess, immer die gleichen Verhältnisse darbot. Allein es treten, wie ich mich durch eigens zu diesem Zweck angestellte Versuche, bei welchen ich in jeder Beziehung eine Gleichheit der äusseren Bedingungen hergestellt zu haben glaubte, überzeugt habe, bei dieser Versuchsanordnung Differenzen in der Grösse der Wärmeabgabe bis zu 10 % Höhe auf. Dies lässt sich nur so erklären, dass selbst bei scheinbar grösstmöglichster Gleichartigkeit der Verhältnisse doch Luftströmungen von verschiedener Richtung und Stärke in einem grösseren Raum vorhanden sind, welche durch ihre Geringfügigkeit der Beobachtung für gewöhnlich entgehen, bei der Wärmeabgabe jedoch sich in deutlicher Weise geltend machen.

Dass schon Luftströmungen von äusserst geringer Intensität bemerkenswerthe Unterschiede in der Wärmeabgabe bewirken können, lehren einige Versuche, die ich mit meinem später zu beschreibenden Apparat ausführte. Verschloss ich nämlich die obere Oeffnung des Kühlgefässes mit einem Blechdeckel, so war die Wärmeabgabe vom Versuchscylinder um 4—6 % geringer, als wenn die Oeffnung unverschlossen war, trotzdem die Luftbewegung eine so schwache war, dass ein sehr empfindliches Anemometer keinen Ausschlag gab.

Wie schon erwähnt, liess sich die Tragweite der im Vorstehenden aufgeführten Fehlerquellen von vorneherein nicht bestimmen, und ich beschloss daher mit einer Methode, welche diese Fehlerquellen nach Möglichkeit vermeiden sollte, die Versuche Krieger's zu wiederholen. Nach vielfachem Experimentiren und Modificiren, deren Einzelheiten ich, um nicht zu weitläufig zu werden, übergehe, kam ich schliesslich zu der folgenden Methode, welche, wie ich glaube, eine hinreichende Genauigkeit gewährleistet, wenigstens insoweit, als es sich um relative Verhältnisse handelt.

Ich beginne mit der Darlegung der Versuchsanordnung und reihe daran die Schilderung der Ausführung der Versuche, welche im Münchener hygienischen Institut unter der Leitung des Herrn Geheimrath v. Pettenkofer von Statten ging.

Der Grundgedanke der von mir eingeschlagenen Methode ist der gleiche, wie bei den früheren Untersuchungen: In einem mit warmem Wasser gefüllten Metallcylinder wird aus der verschiedenartigen Grösse der Abkühlung in der Zeiteinheit bei Umhüllung mit verschiedenen Kleidungsstoffen deren Einfluss auf die Wärmeabgabe bestimmt; ich suchte nur durch eine Reihe von Cautelen jede Verschiedenheit der äusseren und inneren Bedingungen bei den einzelnen Versuchen möglichst auszuschliessen, so dass die Wirkung des jeweils untersuchten Stoffes klar zu Tage treten konnte und nur von ihr allein die Veränderung in der Abkühlungsgeschwindigkeit der Hauptsache nach abhängig sein musste.

Ich benützte zu sämmtlichen Versuchen nur einen Cylinder und zwar einen solchen aus Messing. Derselbe wurde jedoch nicht wie bei den Versuchen meiner Vorgänger blank angewendet und unmittelbar über die Metallfläche die Stoffe gebracht, sondern ich hatte ihn ganz mit einem dicht anliegenden und fest aufgeklebten Ueberzug von Chagrinleder versehen lassen und zwar aus folgenden Gründen: 1. Hatte ich mich durch eine Reihe von Versuchen überzeugt, dass ein blanker Cylinder, wenn man mit ihm ohne Umkleidung mit Stoffen experimentirt, ziemlich von einander abweichende Resultate beim Erkalten gibt. Es kann dies nur darin seinen Grund haben, dass Veränderungen in der Beschaffenheit der blanken Oberfläche, wie sie durch Berührung mit den Händen oder durch Verkratzen beim Reinigen unvermeidlich sind, gleich ziemlich beträchtliche Unterschiede in der Abstrahlung der Wärme bewirken. 2. Erschien es mir mit Rücksicht auf die praktische Verwerthung der Versuche zweckmässiger, unter den Stoffen eine Oberfläche zu haben, welche mit derjenigen der Haut grössere Aehnlichkeit besitzt, als eine glatte, blanke Metallfläche. Diesem letzteren Erfordernis schien mir das Chagrinleder sehr gut zu genügen.

Mein Cylinder hatte incl. Lederüberzug eine Höhe von 22 cm und einen Durchmesser von 6,5 cm. Verschlossen wurde derselbe dadurch, dass der Deckel einen etwa 1 cm breiten Rand hatte, welcher in den Cylinder hineingesteckt wurde. Da die Metall-

flächen genau auf einander passten, so war dieser Verschluss ein sehr fester, nahezu hermetischer.

Ferner war ich darauf bedacht, die äusseren Verhältnisse möglichst so zu gestalten, dass die Wärmeabgabe durch dieselben bei allen Versuchen in der gleichen Weise beeinflusst wurde und dass namentlich die störenden unregelmässigen Luftströmungen vermieden wurden. Zu diesem Zwecke liess ich mir ein grosses cylindrisches Gefäss aus Blech mit doppelten Wänden anfertigen. Der 9,5 cm betragende Zwischenraum zwischen beiden Wänden, welcher unten durch einen Boden geschlossen war, wurde bis oben mit Wasser gefüllt. Sonst war das Gefäss unten und oben offen und stellte somit einen mit einer ziemlich dicken Wasserschicht gefüllten Cylindermantel dar, dessen innerer Durchmesser 29 cm betrug bei einer Höhe von 61 cm. Dieser Cylindermantel, welchen ich der Kürze halber das Kühlgefäss nennen will, ruhte auf drei 14 cm hohen Füssen und war in einer abgeschlossenen gegen Norden gelegenen Abtheilung des Kellers des hygienischen Instituts aufgestellt. Der Versuchscylinder wurde bei den Versuchen in der Weise in der Achse des Kühlgefässes angebracht, dass er nach unten um 24 cm, nach oben um 15 cm von dessen Wänden überragt wurde. In dieser Stellung wurde er dadurch befestigt, dass er mit drei kleinen Oesen, die an seiner unteren Kante angelöthet waren, auf einen in der Achse des Kühlgefässes befindlichen Dreizack aufgesetzt wurde. Durch diese Anordnung wurden allenfallsige unregelmässige seitliche Luftströmungen abgehalten und es blieb nur der durch den warmen Cylinder erzeugte aufsteigende Luftstrom innerhalb des Kühlgefässes.

Die Temperatur der Luft im Keller blieb, infolge seiner abgeschlossenen Lage während der Dauer eines Versuches fast immer constant und änderte sich im höchsten Falle um 0,2 ° C. Es war dies gewiss ein für die Verhinderung verschieden gerichteter Luftströmungen sehr günstiges Moment. Wie ich mich durch mehrere an verschiedenen Punkten des Locals aufgestellte Thermometer überzeugte, herrschte auch im ganzen Raume während eines Versuches immer die gleiche Temperatur. Ebenso waren die Schwankungen der Kellertemperatur im Laufe des Jahres

nicht sehr gross und bewegten sich ungefähr zwischen 5—16 ° C. Nicht unerwähnt möchte ich ferner lassen, dass die Temperaturschwankungen im Grossen sich im Keller fast ausnahmslos mit solcher Langsamkeit vollzogen, dass die ziemlich beträchtliche Wassermasse im Kühlgefäss mit denselben gleichen Schritt halten konnte, so dass Luft und Wasser nur in seltenen Fällen ganz unbedeutende Temperaturdifferenzen (0,1 ° C.) aufwiesen.

Das Einsetzen des Versuchscylinders in das Kühlgefäss könnte möglicherweise Versuchsfehler bedingen durch Behinderung der freien Wärmestrahlung. Dass thatsächlich nicht alle Wärme, welche ausgestrahlt wurde, von dem wassergefüllten Cylindermantel absorbirt wurde, entgegen meiner Voraussetzung beim Zusammenstellen des Apparates, ist dadurch bewiesen, dass ein an der unteren Oeffnung des Kühlgefässes befindliches Thermometer am Ende des Versuches immer eine um etwa 0,5 ° höhere Temperatur anzeigte, als die Aussenluft im übrigen Raum besass. Es wäre daher wohl zweckmässig gewesen, die dem Versuchscylinder zugewandte Innenfläche des Kühlgefässes zu berussen, um deren Wärmeabsorptionsfähigkeit zu erhöhen. Ich glaube indessen nicht, dass die Unterlassung dieser Vorsichtsmaassregel wesentliche Fehler verursachte. Gerade der Umstand, dass das betreffende Thermometer bei Versuchen mit den verschiedensten Stoffen constant annähernd die gleiche Temperaturerhöhung von 0,5 ° über die Aussenluft anzeigte, deutet darauf hin, dass immer fast die gleiche Wärmemenge nicht absorbirt wurde. Es bleibt somit der Fehler immer gleich gross, was bei vergleichenden Versuchen weniger in's Gewicht fällt.

Das Thermometer, dessen ich mich zum Messen des Ganges der Abkühlung bediente, wurde eigens zu diesen Untersuchungen verfertigt; denn es musste so lang sein, dass die Scala frei über den oberen Rand des Kühlgefässes hinausragte, um von der Ferne abgelesen werden zu können. Es hatte denn auch eine Länge von 66 cm und war in Zehntelgrade getheilt. Die Theilstriche waren so weit von einander entfernt, dass 1/20 Grad noch mit Leichtigkeit geschätzt werden konnte. Abgelesen wurde mittels eines Fernrohrs aus einer Entfernung von 6,5 m, um jede Er-

zeugung von Luftbewegungen durch Hin- und Hergehen zu vermeiden.

Da die Versuche zum Theil im Winter nachmittags angestellt wurden, wo es schon dunkel war und auch an trüben Tagen das Tageslicht nicht hinreichte, um das Thermometer aus der Ferne scharf ablesen zu können, so war eine künstliche Beleuchtung nothwendig. Diese wurde auf dem Wege bewerkstelligt, dass durch ein Fenster in einer Wand des Kellers, in deren Nähe der ganze Apparat aufgestellt war, das Licht einer Gasflamme mittels eines Reflectors von rückwärts auf das Thermometer geworfen wurde. Da die Scala auf Milchglas aufgetragen war, so wurde damit ein ganz scharfes Ablesen ermöglicht. Die Gasflamme befand sich in einer Entfernung von ca. 1 m vom Thermometer. Um jedoch zu verhindern, dass die durch das Fenster gehenden Wärmestrahlen Störungen im Versuch erzeugten, wurde vor dem Fenster ein mit Wasser gefülltes Glasgefäss zur Absorption der Wärme aufgestellt. Der genannte Zweck wurde auch vollkommen erreicht, wie die Controle durch ein unmittelbar am Fenster angebrachtes Thermometer ergab.

Aus weiter oben schon erörterten Gründen hielt ich es für nöthig durch fortwährende Mischung der Wassermasse im Versuchscylinder eine gleichmässige Wärmevertheilung zu erzielen. Hiezu diente folgende Einrichtung: Der Stiel des Dreizacks, auf welchem der Cylinder ruhte, war so befestigt, dass er um seine Längsachse drehbar war, und es konnte daher auch der Cylinder, wenn er darauf sass, gedreht werden. Aussen am Thermometer oberhalb des Quecksilbergefässes wurde um den innerhalb des Cylinders befindlichen Theil eine Spirale aus Messingblech angelegt. Das Thermometer selbst ging weiterhin durch eine Oeffnung im Deckel des Cylinders frei hindurch, war jedoch so dick, dass es diese Oeffnung fast vollkommen ausfüllte und nur eben noch leicht darin beweglich war; an seinem oberen Ende jedoch war es befestigt, so dass es sich nicht drehen konnte. Wenn nun der Cylinder gedreht wurde, was durch ein Wasserrad, das mittels einer Uebertragung mit dem Stiele des Dreizacks in Verbindung stand, effectuirt wurde, so erfolgte durch die ruhig stehende

Schraube im Innern des Cylinders eine unausgesetzte Mischung des Wassers. Von der Wirksamkeit dieses Mechanismus habe ich

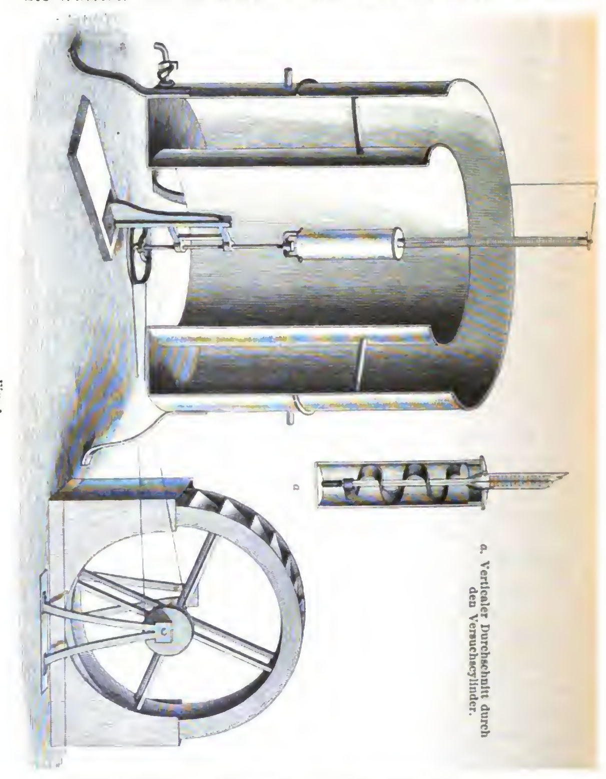


Fig. 1.

a. Verticaler Durchschnitt durch den Versuchscylinder.

mich vielfach überzeugt; denn ich fand immer, dass bei einer gewissen Geschwindigkeit der Umdrehung die Temperatur des Wassers in den obersten Schichten am Ende des Versuches genau

die gleiche war, wie in den untersten. Die Umdrehungsgeschwindigkeit brauchte dabei durchaus keine sehr grosse zu sein; es genügten ca. 13 Umdrehungen in der Minute und diese Geschwindigkeit wurde auch bei allen Versuchen eingehalten. Der ganze Apparat ist auf der nebenstehenden Zeichnung dargestellt.

Gegen obige Versuchsanordnung liesse sich nun allerdings der Vorwurf erheben, dass durch den Mangel eines dampfdichten Verschlusses des Versuchscylinders Wasserdampf und damit Wärme entweichen und so Fehler entstehen können. Es lässt sich dies nicht in Abrede stellen. Wenn man jedoch prüft, wie gross die Menge des entweichenden Dampfes ist, so stellt sich diese als sehr gering heraus. Ich habe mich durch Wägung des Cylinders unmittelbar nach einem Versuch überzeugt, dass ein Gewichtsverlust von nur 0,6 g durch diesen Vorgang verursacht wurde. Es ist nun nicht schwer, durch eine Berechnung die Grösse des Fehlers annähernd kennen zu lernen. Wenn man die durchschnittliche Temperatur des entwichenen Wasserdampfes zu 45° C. annimmt, was gewiss eher über als unter dem Mittel gelegen ist, so entspricht dies nach den Zeuner'schen Tabellen einem Wärmeverlust von 345 Grammcalorien. Nun wurden aber im Mittel pro Versuch bei der Abkühlung des Wassers 4630 Calorien abgegeben, wie sich aus Tabelle 1 (S. 15) berechnen lässt. Es beträgt demnach der Fehler 7,4%. Dies ist allerdings absolut ziemlich viel, allein es bleibt zu berücksichtigen, dass der Fehler bei allen Versuchen nahezu gleich gross angenommen werden kann, wodurch er sehr an Bedeutung verliert, weil ja zunächst vornehmlich die Erzielung relativer Werthe im Plan der Untersuchung lag.

Ich wende mich nun zu der Art der Ausführung der Versuche selbst, bei welchen folgendermaassen verfahren wurde: Der Cylinder wurde immer so weit mit Wasser gefüllt, dass oben nur ein Raum von etwa ½ cm leer blieb. Die hierzu nöthige Wassermenge betrug 548 g und um diese ganz gleich zu erhalten wurde der Cylinder stets auf der Waage gefüllt. Vor dem Einfüllen wurde das Wasser auf eine Temperatur erwärmt, welche beträchtlich (10—12° C.) höher war, als jene, bei welcher der eigentliche Versuch begonnen wurde; denn einestheils ging natürlich eine

gewisse Wärmemenge zur Erwärmung des Cylinders, Thermometers, Stoffes etc. verloren und anderntheils musste ich einige Zeit vorübergehen lassen, ehe ich mit der Beobachtung der Abkühlung begann, damit die Stoffe gehörig durchwärmt waren und sich die Wärmeabgabe regulirt hatte.

Wenn das Thermometer eine Temperatur anzeigte, welche um 3° höher war als diejenige, bei welcher der Versuch anfangen sollte, wurde der Cylinder in das Kühlgefäss gebracht und mit dem Drehen begonnen, so dass das Wasser gehörig gemischt wurde. Bis zum Beginn des eigentlichen Versuches verstrichen dann immer noch 10—15 Minuten.

Die Beobachtungen selbst nahmen ihren Anfang, wenn die Temperatur des Wassers im Cylinder genau um 33° C. über jener des Kellers stand. Es erschien mir nothwendig, immer die gleiche Temperaturdifferenz einzuhalten, um möglichst gleiche Versuchsbedingungen zu erhalten und weil ich auf diese Weise annähernd die gleiche Stärke des aufsteigenden Luftstromes zwischen Cylinder und Kühlgefäss zu erreichen hoffte. Die Temperaturdifferenz von 33° rührte daher, dass ich meine Versuche bei einer Temperatur ausführen wollte, die derjenigen des Körpers nahe lag. Ich hatte deshalb meine ersten Versuche bei 40° C. begonnen und damals betrug die Temperatur des Kellers 7° C.

In dem Moment, wo das Thermometer die betreffende Temperatur anzeigte, setzte ich eine Secundenuhr in Gang und las dann von 5 zu 5 Minuten das Thermometer ab. Jeder Versuch dauerte genau 40 Minuten.

Wie man sieht, bestimmte ich nicht die Zeit, welche verfloss, bis sich das Wasser um eine bestimmte Zahl von Graden abkühlte, wie Coulier und Krieger gethan, sondern ich ermittelte die Temperaturabnahme in einer bestimmten Zeit. Dadurch erhielt ich direct den Unterschied in der Menge der abgegebenen Wärme bei der Umhüllung mit verschiedenen Stoffen. Die Annahme Couliers, dass diese Methode weniger genau sei, als diejenige, bei welcher die Zeit bestimmt wird, innerhalb welcher die gleiche Temperaturabnahme erfolgt, weil bei ersterer ungleiche Wärmemengen durch die Stoffe hindurchgehen und so die Ver-

suchsbedingungen nicht die gleichen seien, scheint mir nicht stichhaltig. Für die Frage nach der Grösse der Hemmung der Wärmebewegung durch verschiedene Stoffe im allgemeinen ist es nach meiner Ansicht gleichgültig, welche der beiden Methoden in Anwendung gezogen wird. Bei der Uebertragung der Versuchsresultate in die Praxis dagegen halte ich die directe Bestimmung der Unterschiede der in der Zeiteinheit abgegebenen Wärme für viel zweckmässiger.

Bei der Prüfung der einzelnen Stoffe wurde nicht bloss der Cylindermantel, sondern auch Boden und Deckel bekleidet, so dass der ganze Cylinder eingehüllt war. Das Stück Zeug, welches den Boden überkleidete, wurde zum Zweck der Befestigung an denjenigen Theil, welcher den Cylindermantel umschloss, angenäht, während das Stück oben nur glatt auf den Deckel gelegt wurde, nachdem in der Mitte ein rundes Loch zum Durchtritt des Thermometers ausgeschnitten worden war. Vorzüglich wurde das Augenmerk darauf gerichtet, dass alle Stoffe möglichst gleich straff angespannt waren, weil aus der Vernachlässigung dieser Maassregel leicht Fehler entstehen können.

Zu bemerken ist noch, dass ich vor Beginn des Versuches den Cylinder sammt den Stoffen längere Zeit, mindestens 3 Stunden lang in einem Trockenschrank bei 60 ° C. trocknete, um das hygroskopische Wasser sowohl aus dem Stoffe, als aus dem Leder auszutreiben. Ich hatte nämlich die Beobachtung gemacht, dass, wenn dieses Trocknen nicht vorausgegangen war, besonders bei dickeren Stoffen, bei zwei Versuchen, welche ich unmittelbar nach einander ausführte, die Temperaturabnahme in der gleichen Zeit beim zweiten Versuch immer eine geringere war als beim ersten. Dieses Ergebnis erklärte ich mir dadurch, dass beim ersten Versuch noch etwas Wärme zur Verdunstung des hygroskopischen Wassers gebunden wurde, und ich halte diese Erklärungsweise auch für richtig, weil nach der Anwendung obiger Vorsichtsmaassregel die erwähnten Unterschiede nicht mehr zum Vorschein kamen.

Was nun die Genauigkeit meines Verfahrens anlangt, so kann ich darüber folgende Angaben machen: Die grösste Differenz, welche sich jemals bei Versuchen mit dem gleichen Stoff ergab, betrug 3,5 %. Wenn ich aber aus der Summe der grössten

Differenzen bei den Versuchen mit je einem Stoff das Mittel ziehe, so berechnet sich als mittlere Differenz für sämmtliche Versuche 1,57 %, so dass ich im allgemeinen sagen kann, die Methode ist auf 1,6 % genau. Eine Genauigkeit, welche als genügend bezeichnet werden kann, wenigstens soweit es sich um relative Werthe handelt.

Da die Versuche mit dem gleichen Stoff unter sich eine so gute Uebereinstimmung zeigten, so war es nicht nöthig, eine grössere Reihe davon anzustellen, und ich begnügte mich daher in der Regel mit 3 Versuchen für jeden Stoff. Nur in seltenen Fällen, wenn etwas grössere Differenzen auftraten, für die keine Erklärung zu finden war, machte ich 4 Versuche.

Dagegen drängte sich schon von Anfang an eine Frage auf, die ich schon hier nicht ganz unerwähnt lassen möchte, obschon ich erst weiter unten näher darauf eingehen werde. Es blieb nämlich zu bedenken, ob denn nicht durch den Umstand, dass die Versuche, namentlich mit verschiedenen Stoffen, nicht bei der gleichen Temperatur ausgeführt wurden, Unterschiede in der Geschwindigkeit der Abkühlung hervorgebracht würden. Denn wenn auch die Temperaturdifferenz zwischen der Aussenluft und dem Wasser im Versuchscylinder bei Beginn der Versuche constant die gleiche war, so war es andererseits doch denkbar, dass bei absolut höheren Temperaturen vielleicht durch vermehrte Wärmestrahlung die Abkühlung rascher vor sich ginge. Um über diesen Punkt in's Klare zu kommen, schob ich zwischen die Versuche mit dem bekleideten Cylinder zahlreiche solche mit dem unbekleideten bei den verschiedenen Temperaturen ein und hoffte dadurch einen Maassstab für den Gang der Abkühlung unter diesen wechselnden Bedingungen zu erhalten, welcher als tertium comparationis beim Vergleich der mit verschiedenen Stoffen und bei verschiedenen Temperaturen ausgeführten Versuche dienen könnte. In wie weit mir dies gelungen ist, werde ich, wie gesagt, weiter unten auseinandersetzen.

Ich gehe nun über zur Mittheilung der erhaltenen Resultate, beschränke mich aber der Kürze halber hier im Texte auf die Angabe der Mittelzahlen, welche ich aus den sämmtlichen Ver-

suchen mit je einem Stoffe berechnete und füge nur in der letzten Columne die grössten Schwankungen in den Ergebnissen der einzelnen Versuche hinzu s. Tabelle 1. Um jedoch für diejenigen, welche sich für diese Arbeit specieller interessiren, ein genaueres Studium und eine Controle zu ermöglichen, werde ich im Anhang (unter I) die Protokolle aller Versuche ausführlich wiedergeben.

Tabelle 1.

	Aussentemperaturen ° C [1])	Mittlere Aussentemperatur	Abkühlung um ° C. in 40 Minuten	Grösste Schwankungen ° C.
Unbekleideter Cylinder	5,2 — 13,9	9,73	10,20	10,0 — 10,4
Leinwand, einfache Lage	10,6 — 10,8	10,7	9,80	9,7 — 9,9
Shirting „ „	7,1 — 8,2	7,7	9,55	9,4 — 9,65
Seidenstoff, „ „	7,0 — 7,2	7,1	9,40	9,35 — 9,5
Flanell, „ „	8,3 — 8,8	8,5	8,33	8,25 — 8,45
Leinwand, doppelte Lage . . .	11,2 — 11,6	11,4	9,40	9,35 — 9,45
Shirting, „ „ . . .	12,9 — 16,4	14,1	8,93	8,85 — 9,0
Seidenstoff, „ „ . . .	11,3 — 11,5	11,4	9,08	9,0 — 9,1
Flanell, „ „ . . .	15,0 — 16,4	15,7	7,25	7,1 — 7,3
Leinwand, siebenfache Lage . .	15,4 — 15,9	15,75	8,37	8,3 — 8,5
Kammgarnstoff [2]) (Sommerstoff) .	4,9 — 5,4	5,1	8,83	8,7 — 8,9
Satin	5,3 — 6,2	5,7	8,55	8,5 — 8,55
Cheviot	5,0 — 5,5	5,3	7,82	7,8 — 7,85
Winterbuckskin	5,1 — 5,6	5,2	7,45	7,4 — 7,5
Winterpaletotstoff	5,1 — 5,4	5,2	6,86	6,8 — 6,9
Glacéhandschuhleder	4,8 — 5,6	5,1	8,22	8,15 — 8,3
Waschleder	6,0 — 6,2	6,1	8,01	7,95 — 8,1
Jäger's Normalwollstoff, dünnerer, nicht angespannt [3])	7,8 — 8,0	7,9	8,65	8,5 — 8,8
Derselbe, etwas mehr gespannt .	7,5 — 7,8	7,6	8,92	8,85 — 9,0
Jäger's Normalwollstoff, dickerer, nicht gespannt	7,6 — 8,4	7,8	8,15	8,05 — 8,2
Hellblaues Militärtuch	6,6 — 7,1	6,9	8,05	7,95 — 8,2
Guttaperchastoff (Regenmantel) .	8,4 — 8,5	8,5	9,7	9,6 — 9,75

1) Die angegebenen Schwankungen der Aussentemperatur beziehen sich nicht auf einen Versuch; denn hierbei waren dieselben, wie schon erwähnt, äusserst gering, sie sollen nur Anhaltspunkte darbieten, innerhalb welcher Temperaturbreiten die einzelnen Versuche mit je einem Stoffe ausgeführt wurden. Die in der nächsten Spalte aufgeführten Zahlen stellen die aus den sämmtlichen zugehörigen Versuchen berechneten arithmetischen Mittel dar.

2) Bei diesem und allen folgenden Stoffen wurde nur eine einfache Lage genommen.

3) Bei der Elasticität der Tricotstoffe ist es nicht möglich, denselben auch nur annähernd die gleiche Spannung beim Ueberziehen über den Cylinder zu geben, wie den anderen festeren Stoffen; ich habe deshalb zwei Versuchsreihen damit angestellt, bei der ersteren umgab der Stoff den Cylinder nur ganz lose, bei der zweiten wurde er etwas mehr angespannt. Der Unterschied drückt sich in den Resultaten deutlich aus.

Wie nach den Untersuchungen von Krieger zu erwarten war, ergeben sich aus der vorstehenden Tabelle nicht unbeträchtliche Differenzen in der Geschwindigkeit der Wärmeabgabe als Folge der Bekleidung mit verschiedenen Stoffen. Ehe wir uns aber mit der Grösse der Unterschiede näher befassen, erscheint es mir nothwendig, vorher die schon oben beregte Frage zu erörtern, ob sich denn die bei ungleichen Aussentemperaturen erhaltenen Werthe direct mit einander vergleichen lassen. Zur Lösung dieser Frage dienen die erwähnten Versuche mit dem unbekleideten Cylinder, bei welchen mit Ausnahme der Temperatur die übrigen Bedingungen die gleichen waren. Herr Prof. Dr. E. Voit der k. technischen Hochschule, welcher mich bei der vorliegenden Arbeit in der liebenswürdigsten Weise mit Rath und That unterstützte, wofür ich ihm meinen verbindlichsten Dank hiermit ausspreche, gab mir eine Gleichung an, mittels deren sich der Wärmedurchgangscoëfficient durch den unbekleideten Cylinder berechnen, und aus deren Ergebnissen sich somit die Wirkungsweise der verschiedenen Temperaturen erkennen lässt. Ich schicke des leichteren Verständnisses halber für weniger geübte Mathematiker die Entwickelung dieser Gleichung voraus.

Die Wärmemenge dW, welche von dem Wasser in einer sehr kurzen Zeit abgegeben wird, während die Temperatur um dt abnimmt, ist gegeben durch die Gleichung

$$dW = -Gsdt, \tag{1}$$

wobei G das Gewicht des Wassers und s seine specifische Wärme ist.

Die Wärme dW dringt in der kurzen Zeit dz durch die Wandung nach dem Gesetze:

$$dW = KO\,(t - t_0)\,dz, \tag{2}$$

wobei K den Wärmedurchgangscoëfficienten, O die abkühlende Oberfläche, t die innere, t_0 die äussere Temperatur bedeutet.

Aus 1 und 2 erhält man:

$$-Gsdt = KO\,(t - t_0)\,dz \quad \text{oder} \quad \frac{dt}{t - t_0} = -\frac{KO}{Gs}\,dz$$

und durch Integration

$$\text{log. nat.}\,(t - t_0) = -\frac{KO}{Gs}\,z + \text{const.}$$

Wenn die Temperatur beim Beginn der Beobachtung für $z = o$, gleich T, am Ende, für $z = z$ gleich t ist, so erhält man:

$$\text{log. nat.}\ \frac{T - t_0}{t - t_0} = \frac{KO}{Gs}\ z \text{ oder}$$

nach K aufgelöst

$$K = \frac{Gs}{Oz}\ \text{log. nat.}\ \frac{T - t_0}{t - t_0} \tag{3}$$

Berechnet man nun nach Gleichung 3 den Wärmedurchgangscoëfficienten aus den Versuchen mit dem unbekleideten Cylinder (s. Anhang I), so erhält man folgende Werthe, welche die arithmetischen Mittel aus den für die Beobachtungen von 5 zu 5 Minuten berechneten Coëfficienten darstellen (vgl. Anhang II).

$K =$ 0,011641	$K =$ 0,011642	$K =$ 0,011571
0,011600	0,011585	0,011559
0,011628	0,011674	0,011694
0,011791	0,012032	0,011786
0,011594	0,011641	0,012080
0,011604	0,011678	0,011905
0,011591.		

Dabei ist $G = 548$ (Gramm) und $O = 520$ (Quadratcentimeter).

Eine Curve, in welcher vorstehende Werthe aufgetragen sind, erleichtert den Ueberblick.

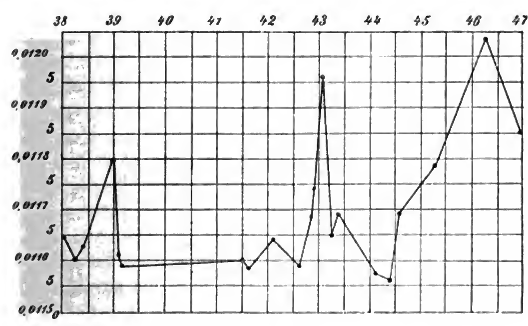


Fig. 2.

Es lässt sich hieraus leicht erkennen, dass ein gesetzmässiger Einfluss der Temperatur, wenigstens innerhalb der gegebenen Breite, sich nicht ausdrückt, und es erscheint daher als das Zweckmässigste, die in der Tabelle 1 aufgeführten Mittelzahlen direct mit einander zu vergleichen. Dies ist in Tabelle 2 geschehen und die in der zweiten Spalte befindlichen Zahlen geben somit die Hemmung der Wärmebewegung durch die bezüglichen Stoffe gegenüber dem unbekleideten Cylinder in Procenten an.

Tabelle 2.

Stoffe	Abkühlung um ° C. in 40 Minuten	Hemmung der Wärmeabgabe in 40 Minuten in Procenten
Unbekleideter Cylinder	10,20	—
Leinwand, einfache Lage	9,80	3,9
Shirting, „ „	9,55	6,4
Seidenstoff, „ „	9,40	7,9
Flanell, „ „	8,33	18,4
Leinwand, doppelte „	9,40	7,9
Shirting, „ „	8,93	12,5
Seidenstoff, „ „	9,08	11,0
Flanell, „ „	7,25	28,9
Leinwand, siebenfache Lage	8,37	18,0
Kammgarnstoff (Sommerstoff)	8,83	13,5
Satin	8,55	16,2
Cheviot	7,82	25,4
Winterbockskin	7,45	27,0
Winterpaletotstoff	6,86	32,8
Glacéhandschuhleder [1])	8,22	19,4
Waschleder [1])	8,01	21,5
Jäger's Normalstoff, dünnerer, nicht gespannt	8,65	15,2
Derselbe etwas mehr gespannt	8,92	12,6
Jäger's Normalstoff, dickerer, nicht gespannt	8,15	20,0
Hellblaues Militärtuch	8,05	21,1
Guttaperchastoff (Regenmantel)	9,70	4,9

Es wurde gleich eingangs bemerkt, dass ich die vorliegende Arbeit zunächst in der Absicht unternahm, um zu untersuchen,

1) Die beiden Ueberzüge für Glacéhandschuh- und Waschleder waren ziemlich weit und es sind daher die gefundenen Zahlen wohl etwas zu hoch.

ob die Methode, deren sich Krieger[1]) bei seinen Versuchen bedient hatte, nicht Fehlerquellen enthielt, welche dazu führten, unrichtige Beobachtungsresultate zu liefern. Es müsste daher jetzt meine Aufgabe sein, Krieger's Ergebnisse mit den meinigen zu vergleichen. Leider ist indessen ein directer Vergleich zunächst schon aus zwei Gründen nicht möglich. Erstlich hatte Krieger seine Metallcylinder unmittelbar mit den Stoffen bezogen, während ich zwischen Metallfläche und Stoff eine Lederschichte einschob, und zweitens fehlen in der Arbeit Krieger's leider jegliche Angaben von Versuchsprotokollen, mittels deren sich vielleicht ein directer Vergleich ermöglichen liesse. Die einzigen Zahlen, welche er anführt, sind mittels einer allerdings angegebenen Gleichung berechnet. Allein da Krieger die Zeiten beobachtete, welche zur Abkühlung um eine bestimmte Zahl von Graden nöthig war, so ist die Gleichung mit Rücksicht hierauf abgeleitet und es haben die Voraussetzungen für dieselbe keine Gültigkeit für meine Versuche, bei welchen die Grösse der Abkühlung in gleichen Zeiten den Gegenstand der Beobachtung bildeten. Es ist daher nicht möglich meine Zahlen in die Krieger'sche Gleichung einzusetzen und darnach zu rechnen. Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch einen Punkt nicht ganz unerwähnt lassen. Die Schlussformel Krieger's nämlich ist zwar richtig, jedoch nur unter der Voraussetzung, dass bei den Versuchen Anfangs-, Ende- und Aussentemperatur ganz gleich sind. Inwieweit diese Voraussetzungen bei seinen Versuchen zutreffen, lässt sich nicht entscheiden, weil diesbezügliche Angaben fehlen.

Es ergeben sich indessen noch weitere Differenzpunkte, welche eine Vergleichung unserer Zahlen erschweren. Krieger glaubte, dass es ihm durch Modificationen in der Art der Bekleidung des Cylinders gelungen sei, die Wärmemengen, welche durch Leitung, und jene, welche durch Strahlung abgegeben werden, getrennt zu bestimmen, und er zog aus seinen Untersuchungen den Schluss, dass die Stoffe, welche er in dieser Richtung prüfte: Wolle, Waschleder, Leinwand, Seide und Baumwolle, sich hinsichtlich ihres

1) a. a. O.

Wärmestrahlungsvermögens nicht wesentlich von einander unterscheiden. Er berechnete nur Differenzen von 1—2,5 %. Dagegen schrieb er auf Grund einer Berechnung der Wärmestrahlung einen ganz beträchtlichen Einfluss auf den Wärmeabfluss zu, indem er mehr als 51 % der Gesammtwärmeabgabe von den Stoffen als durch Strahlung bewirkt erklärte. Anders sollte sich die Wärmeleitungsfähigkeit der Stoffe verhalten, die er erheblich verschieden fand, wie die angeführten Zahlen darthun. Gegen diese Trennung der Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung muss jedoch geltend gemacht werden, dass sie nach der Anordnung der Versuche nicht möglich und dass die angestellte Berechnung unrichtig ist. Es lässt sich eben die Wärmemenge, welche durch die Luftbewegung infolge des aufsteigenden Luftstromes entzogen wird, nicht berechnen und nicht trennen von der durch Strahlung abgegebenen. Nach Krieger's wie nach meinen Versuchen lässt sich nur ein allgemeiner Wärmedurchgangscoëfficient bestimmen, welcher einen Ausdruck für die Geschwindigkeit der Wärmebewegung durch den Stoff bildet und das Resultat des Zusammenwirkens der Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung darstellt.

Es ist nun noch ein Factor zu berücksichtigen, welcher bei den Versuchen Krieger's über die Wärmeleitungsfähigkeit der Kleider nicht ohne Einfluss geblieben sein kann. Krieger umhüllte dabei das eine Mal die Blechbüchse dicht anliegend mit einer Lage und ein zweites Mal dieselbe Büchse ebenso dicht mit zwei Lagen des gleichen Stoffes und berechnete nun aus den Abkühlungsgeschwindigkeiten die Wärmeleitungsfähigkeit des betreffenden Stoffes unter der Voraussetzung, dass die Wärmebewegung beim zweiten Versuch nur um die Leitung durch die zweite Stofflage gehemmt sei. Bei dieser Schlussfolgerung ist jedoch ein ganz wesentliches Moment ausser Acht gelassen, nämlich die Luftschicht, welche mit der zweiten Stoffschichte parallel zu ihrer Längsachse eingeführt wird. Während bei dem ersten Versuch die Reihenfolge der Medien, welche die Wärme zu durchlaufen hat, um frei zu werden, folgende ist: Metall, Luft, Stoff, gestaltet sie sich im zweiten Versuch wie folgt: Metall,

Luft, Stoff, Luft, Stoff. Es wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit die grosse Bedeutung der Luft für die Wärmebewegung in den Kleidern klar werden, hier mag es genügen, darauf hinzuweisen, dass die Einschaltung einer Luftschicht, wenn sie auch noch so gering ist, für das Ergebnis der Versuche keineswegs gleichgültig sein kann.

Ich habe, wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich ist, keine Rücksicht darauf genommen, ob die Wärmeabgabe auf dem Wege durch Leitung oder Strahlung erfolgt, bzw. welchen Antheil jede derselben auf das Gesammtresultat hat, sondern lediglich zu bestimmen gesucht, in welchem Grade die Wärmeabgabe durch die einzelnen Stoffe beeinflusst wird.

Ich glaube durch die vorausgehenden Auseinandersetzungen den Nachweis erbracht zu haben, dass einerseits die Zahlen Krieger's für das relative Wärmeleitungsvermögen der Kleidungsstoffe nicht unanfechtbar sind, namentlich insofern sie nur als Ausdruck der Leitungsfähigkeit gelten sollen, und dass andererseits ein directer Vergleich seiner und meiner Versuchsergebnisse nicht angängig ist.

Wenn ich trotzdem unsere Zahlen einander gegenüberstelle, so geschieht dies theils deshalb, weil die Krieger'schen Angaben bis jetzt als die einzigen vorhandenen allgemeine Geltung hatten als Maassstab des Wärmeleitungsvermögens der verschiedenen Stoffe, welche zur Bekleidung dienen, vornehmlich aber deshalb, weil sich zwischen ihnen und den von mir gefundenen Werthen eine annähernde Uebereinstimmung nicht verkennen lässt (s. Tabelle 3).

Tabelle 3.

	Krieger	Schuster
Dünner Seidenzeug	3	—
Guttaperchatuch	4	4,9
Shirting	5	6,4
Leinwand	5	3,9
Dickerer Seidenzeug	6	7,9
Waschleder	10—12	21,5
Flanell	14	18,4
Sommerbockskin	12	16,2 (Satin)
Winterbockskin	16—26	27,0
Doppelstoff	25—31	32,8

Diese Uebereinstimmung ist gewiss eine ganz gute; denn die vorhandenen Unterschiede lassen sich durch die verschiedene Qualität der von Krieger und mir zu den Versuchen verwendeten Stoffe genügend erklären. Eine beträchtlichere Differenz zeigt sich überhaupt nur hinsichtlich des Waschleders, was gewiss darin zu suchen ist, dass mein Waschlederüberzug ziemlich weit war und daher dem Cylinder nicht ganz straff anlag.

Angesichts der grossen Annäherung unserer beiderseitigen Versuchsergebnisse entsteht nun doch die Frage, ob man nicht berechtigt sei, trotz der Unzulässigkeit eines weiter gehenden Vergleiches aus dieser Uebereinstimmung einen allgemeinen Schluss zu ziehen. Ich glaube diese Frage bejahen zu dürfen, wenigstens speciell für die Consequenz, welche ich daraus herleiten möchte und die sich durch den Satz ausdrücken lässt, dass in der vorhandenen Uebereinstimmung der gefundenen Werthe ein Beweis liegt, dass die Zahlen Krieger's nicht als reine Leitungswerthe betrachtet werden können, sondern eben auch nur als der Ausdruck der Hemmung der Wärmeabgabe von einem Körper durch in den Weg gelegte Kleidungsstoffe.

Lässt man diese Anschauung gelten, und ich glaube, dass dieselbe eine Berechtigung hat, so folgt nun weiter daraus, dass die Wärmestrahlung nicht den grossen Antheil an der Wärmeabgabe hat, welchen ihr Krieger vindicirt. Denn, wenn er auch die Abgabe von Wärme durch Strahlung bei seiner Versuchsanordnung zur Eruirung des Leitungsvermögens nicht ganz ausgeschlossen hat, so war sie doch erheblich herabgesetzt. Im Gegensatz hierzu war bei meinen Versuchen die Ausstrahlung eine ganz ungehinderte und trotzdem erhielten wir ungefähr die gleiche procentische Hemmung der Wärmeabgabe, ja meine Zahlen dafür sind fast durchweg noch höher als die Krieger's.

Leider ist es zur Zeit nicht möglich, den Antheil, welche Leitung und Strahlung, jede für sich, an der Gesammtwärmeabgabe nehmen, auch nur annähernd quantitativ anzugeben; denn es existiren darüber noch keine exacten Versuche. Die Schwierigkeiten, welche sich einer getrennten Bestimmung der Wärmemenge, welche durch Strahlung abgegeben wird, von jener, welche

durch Leitung abfliesst, entgegenstellen, sind ziemlich grosse, und die Versuche erfordern sehr complicirte Apparate. Für die Praxis ist es allerdings zunächst von geringerem Belang, dieses Verhältnis genauer zu kennen; hier handelt es sich doch vornehmlich um die Kenntnis der relativen Grösse der Widerstände, welche die Kleidungsstoffe der gesammten Wärmeabgabe in den Weg legen, aber für die Wissenschaft genügt ein derartiger Standpunkt nicht, und es müssen daher diesbezügliche Untersuchungen mit der Zeit noch ausgeführt werden. Ich habe es auf etwas andere Weise als Krieger versucht, die Grösse der Wärmestrahlung von den einzelnen Stoffen zu bestimmen, allein meine Methode leidet gleichfalls an dem schon oben bezeichneten Fehler, dass die im einzelnen Falle von dem aufsteigenden Luftstrom abgeführte Wärmemenge nicht gemessen werden kann. Es mag mir vielleicht gestattet sein, meine Versuchsanordnung kurz zu schildern, um Andere davon abzuhalten, dass sie den gleichen Weg einschlagen; auf die Mittheilung der erhaltenen Resultate verzichte ich jedoch selbstverständlich. Mein Plan war der, durch Herstellung einer möglichst gleich grossen Oberfläche des wärmeabgebenden Körpers vergleichbare Verhältnisse für die Strahlung zu erhalten, nachdem schon die Versuche von Melloni gezeigt hatten, dass ein mit Flanell überzogenes Metallgefäss sich, offenbar infolge der vergrösserten Oberfläche, rascher abkühlt, als ein unbekleidetes (allerdings nur, wenn der Ueberzug dem Metall dicht anliegt, so dass eine directe Berührung stattfindet)[1]. Es sollte dann die verschieden grosse Abkühlungsgeschwindigkeit der Effect der verschiedenen Oberflächenbeschaffenheit resp. Strahlung sein. Die Versuchsanordnung war folgende: Ein blanker Metallcylinder wurde mit einem dreifachen Flanellüberzug versehen zu dem Zwecke, um eine solche Vergrösserung der Oberfläche zu erhalten, dass das Ueberziehen einer weiteren Lage von Stoff etc. über diesen dreifachen Flanell hinsichtlich der Oberflächenvergrösserung verhältnismässig wenig in's Gewicht fiel. Ueber den Flanell wurde nun abwechselnd je eine einfache Lage des zu

1) S. John Tyndall, Die Wärme etc. Deutsche Ausgabe von Helmholtz und Wiedemann. Braunschweig, Vieweg u. Sohn 1875 3. Aufl. S. 345.

prüfenden Stoffes oder ein dünner Metallüberzug gebracht und dann die Abkühlung wie bei den früher beschriebenen Versuchen beobachtet. Der Metallüberzug bestand aus Kupferblech, welches genau nach der Form des Cylinders gebogen war und so stark federte, dass es sich dicht an den Flanell anlegte. Die Aussenfläche des Kupferbleches war versilbert und polirt.

Darüber, wie sich die Grösse der Wärmeausstrahlung der verschiedenen Stoffe, die wir nach der Ungleichartigkeit der Oberflächenbeschaffenheit derselben theoretisch annehmen müssen, gegenüber der Hemmung der Wärmeabgabe durch die Widerstände, welche die schlechte Leitungsfähigkeit bewirkt, verhält, lässt sich, wie ich glaube, zur Zeit nur aus der praktischen Erfahrung ein allgemeines Urtheil dahin fällen, dass die Leitungswiderstände das ausschlaggebende Moment sind. Wenn nämlich die Leitungsfähigkeit der Stoffe durch einen grösseren Gehalt derselben an hygroskopischem Wasser erhöht ist, z. B. bei kaltem und feuchtem Wetter, so fühlen wir die Kälte viel empfindlicher, als bei schwächerer Leitung bei kaltem und trockenem Wetter. Andererseits aber schützen wir uns vor der Kälte dadurch, dass wir dicke Stoffe, Mäntel, über unsere Kleider anziehen. Trotzdem nun dadurch die Grösse der strahlenden Fläche beträchtlich vermehrt wird und damit auch die Strahlung wächst, so wird diese letztere durch die eingelegten Leitungswiderstände nicht nur compensirt, sondern so in den Hintergrund gedrängt, dass wir kein Kältegefühl empfinden. Für das Uebergewicht der Leitungshindernisse über die vermehrte Strahlung sprechen übrigens auch die Versuche von R. Geigel[1]).

Nach diesen Abschweifungen kehre ich zur Besprechung der Resultate meiner Untersuchungen über die Hemmung der Gesammtwärmeabgabe durch die Kleidung zurück. Tabelle 2 thut dar, dass zwischen den verschiedenen Stoffen in dieser Beziehung nicht unbeträchtliche Differenzen obwalten, zwischen 3,9—32,8 %. Krieger war seinerzeit schon zu ganz ähnlichen Resultaten gelangt, und man hat sich auf Grund seiner Untersuchungen und

1) Archiv f. Hygiene Bd. 2 S. 331.

der daraus gezogenen Schlüsse daran gewöhnt anzunehmen, dass diese Unterschiede ihren Grund in der verschiedenen Leitungsfähigkeit der Stoffe für Wärme haben. Schon dieser Schluss ist nicht a priori gerechtfertigt, weil dabei die verschiedene Dicke der Stoffe, welche zu den Versuchen genommen wurden, ausser Acht gelassen ist. Die Betrachtung der gefundenen Werthe unter Berücksichtigung dieses Moments lässt ohne Weiteres erkennen, dass mit zunehmender Dicke der Stoffe eine Verzögerung der Abkühlung zu Tage tritt, eine Erscheinung, die ja nach physikalischen Gesetzen selbstverständlich ist. Man ging jedoch noch weiter und folgerte, dass die verschiedene Leitungsfähigkeit der Stoffe auf einem verschiedenen specifischen Leitungsvermögen der Rohmaterialien beruhe, aus welchen die Stoffe hergestellt sind. Man sagte: Wolle leite die Wärme wesentlich schlechter als Flachs, Baumwolle und Seide. Mir scheint es, dass diese Consequenz ohne Weiteres nicht gestattet sei, denn die Gewebe können ja sehr wohl hinsichtlich des Widerstandes, den sie dem Wärmedurchgang darbieten, ein ganz anderes Verhalten zeigen als die Rohstoffe. Wenn man nämlich ganz davon absieht, dass wir es hier nicht mit einer compacten durch und durch gleichmässigen Masse zu thun haben, sondern mit Körpern, die sehr porös sind und relativ grosse Mengen von Luft enthalten, welche einerseits ein ausserordentlich schlechter Wärmeleiter ist, und andererseits infolge ihrer grossen Beweglichkeit in einem Stoff bezüglich seines Verhaltens der Wärme gegenüber ganz verschiedene Wirkungen hervorbringt, je nachdem die Wege sind, welche sie durch denselben nimmt — und diese sind in den Geweben gewiss vielfach andere, als in den Rohstoffen — so deutet das Verhalten anderer Körper schon darauf hin, dass wir mit der aprioristischen Annahme eines analogen Verhaltens der Wärmeleitungsfähigkeit zwischen Geweben und Rohmaterialien sehr vorsichtig sein müssen. Man braucht sich nur daran zu erinnern, dass nach den Versuchen von Tyndall[1]), welche de la Rive und de Candolle bestätigt haben, die Leitungsfähigkeit der Hölzer eine ganz ver-

1) Tyndall, Die Wärme etc. Deutsche Ausgabe. Braunschweig, Vieweg u. Sohn 1875 3. Aufl. S. 268.

schiedene ist, je nachdem die Wärme in der Richtung der Faser oder rechtwinkelig zu derselben sie durchdringt, oder dass Pulver die Wärme viel schlechter leiten als Krystalle derselben Substanz. Ebenso könnte es ja bei Geweben und Rohstoffen auch sein. Ueber die Verhältnisse des Wärmedurchganges durch pflanzliche und thierische Rohstoffe finden sich aber bis jetzt in der Literatur nur wenige auf Untersuchungen gestützte Angaben. Der erste, welcher derartige Substanzen untersuchte, war Rumford[1]). Er befolgte dabei nachstehende Methode: Ein Quecksilberthermometer wurde in der Achse einer cylindrischen Glasröhre, welche mit einer Kugel endigte, aufgehängt, so dass der Mittelpunkt der Thermometerkugel in die Mitte der Glaskugel zu hängen kam. Der Zwischenraum zwischen der inneren Fläche der ersteren und der letzteren wurde mit der Substanz angefüllt, deren Leitungsvermögen untersucht werden sollte. Das Instrument wurde in kochendem Wasser erwärmt, hierauf in eine Kältemischung von gestossenem Eis und Salz getaucht, und alsdann wurde die Zeitdauer beobachtet, welche die Substanz bedurfte, um sich um 135 ° F. abzukühlen. Die folgende Tabelle gibt diese Zeitdauer an:

	Secunden
Gedrehte Seide	917
Feiner Flachs	1032
Baumwolle	1046
Schafwolle	1118
Taffet	1169
Rohe Seide	1264
Biberfell	1296
Eiderdunen	1305
Haasenhaar	1312
Holzasche	927
Kohle	937
Lampenruss	1117

Bemerkenswerth ist hier unter Anderem der Unterschied zwischen der rohen und der gedrehten Seide für die Erkenntnis

1) Tyndall a. a. O. S. 275 u. f.

des wesentlichen Einflusses, welchen der mechanische Zustand eines Körpers auf dessen Fähigkeit die Wärme zu leiten ausübt.

In neuerer Zeit hat Schuhmeister[1]) die Leitungsfähigkeit von Baumwolle, Schafwolle und Seide geprüft. Der Apparat, dessen er sich bediente, war derselbe, welchen Stefan[2]) bei seinen Versuchen über das Wärmeleitungsvermögen der Gase angewendet hat. Er besteht aus zwei in einander steckenden Messingcylindern von verschiedener Grösse. Der innere Cylinder dient als Luftthermometer, und es ist zu diesem Zwecke in die Mitte der oberen Basis ein doppelt gebogenes Glasrohr eingesetzt, s. Fig. 3, dessen Ende in Quecksilber tauchte und welches somit als Manometer diente, um den Druck der Luft im inneren Cylinder zu bestimmen. In den Zwischenraum zwischen beiden Cylindern wurden bei den Schuhmeister'schen Versuchen die zu untersuchenden Substanzen gebracht. Zu den Versuchen wird der Apparat, der durch seine ganze Masse die gleiche Temperatur haben muss, so weit in ein mit Schnee und Wasser angefülltes Gefäss getaucht, dass derselbe und noch ein Theil der Glasröhre sich in der Schneemischung befindet.

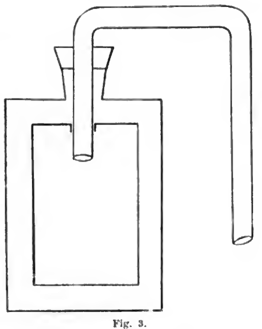


Fig. 3.
Verticaler Durchschnitt

Der äussere Cylinder nimmt in sehr kurzer Zeit die Temperatur 0 an und entzieht den Stoffen, welche den Zwischenraum ausfüllen, Wärme, dadurch wird dem inneren Cylinder Wärme entzogen und seine Temperatur sinkt allmählich. Man beobachtet den Gang der Temperatur an den im Manometer aufsteigenden Quecksilber, dessen Ansteigen

1) Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. Math.-naturw. Klasse 1877 Bd. 76 2. Abth. S. 283.

2) Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissenschaften in Wien 1872 Bd. 65.

man entweder mit einer an dem Manometer angebrachten Scala oder mit dem Kathetometer verfolgt.

Auf Grund der angestellten Versuche berechnete nun Schuhmeister, dass, wenn man das Wärmeleitungsvermögen der Luft = 1 setzt, im Mittel jenes der

Baumwolle = 37
Schafwolle = 12
Seide = 11

ist, welche Zahlen, wie er beisetzt, natürlich nur Näherungswerthe darstellen. Zu bemerken ist noch hinsichtlich der Qualität der Stoffe, welche Schuhmeister anwendete, dass Baumwolle und Wolle unverarbeitet waren und zwar die letztere gewaschene Merinowolle; die Seide wurde in dem Zustand als Coconfaden genommen. Die Stoffe wurden immer vorerst zerzupft und in dieser Art in den Apparat eingeführt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen von Rumford und Schuhmeister lassen sich nur ganz im allgemeinen vergleichen, allein doch genügend, um constatiren zu können, dass die Reihenfolge für das Leitungsvermögen von Baumwolle, Schafwolle und Seide in den Zusammenstellungen beider die gleiche ist. Seide erscheint beiderseits als der schlechteste Leiter, Baumwolle als der relativ beste. Es ist nun zwar keine der beiden Methoden, welche die genannten Forscher anwendeten, einwurfsfrei, denn auch bei jener von Schuhmeister können Strömungen der Luft zwischen den Fasern der untersuchten Substanzen Versuchsfehler bedingen, so viel kann aber aus der Uebereinstimmung der Resultate doch mit Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, dass das gefundene relative Verhältnis der Leitungsfähigkeit der Wahrheit, wenigstens was die Reihenfolge anlangt, entspricht. Damit ist aber die Richtigkeit des oben aufgestellten Satzes, dass wir aus dem Verhalten der Gewebe gegenüber dem Wärmedurchgang nicht berechtigt sind auf jenes der entsprechenden Rohstoffe zu schliessen, erwiesen. Denn gerade Seide würde sonst nach Kriegers und meinen Untersuchungen eine viel grössere Durchgängigkeit für Wärme besitzen müssen als Wolle.

Es ist schon oben bemerkt worden, dass man bisher allgemein die Werthe, welche Krieger angegeben hatte, als einen Ausdruck für die Grösse des relativen Leitungsvermögens der Stoffe annahm, ohne weiter auf deren Dicke Rücksicht zu nehmen. Die Widerstände für den Wärmedurchgang müssen aber natürlich unter sonst gleichen Verhältnissen mit der Dicke der Schichte wachsen, und wir können somit nicht sagen, Flanell sei ein schlechterer Wärmeleiter als Leinwand, wenn nicht Versuche mit gleich dicken Schichten dies Ergebnis in der That geliefert haben. Thatsächlich sind nun aber Wollstoffe in der Regel dicker als Baumwollstoffe oder Leinwand, wenigstens wenn man Flanell, Shirting und Leinwand als deren Repräsentanten annimmt. Ich kenne allerdings die Qualität dieser Stoffe, wie sie Krieger angewendet hat, nicht, allein aus der Uebereinstimmung unserer Ergebnisse glaube ich annehmen zu dürfen, dass sie bezüglich der Dickenverhältnisse meinen ähnlich waren und bei meinen Untersuchungen war Flanell zweifellos dicker als Shirting und Leinwand. Deshalb ist es meiner Meinung nach unrichtig, aus den Krieger'schen Versuchen die angeführte Annahme direct abzuleiten.

Ich habe mich, um über den Einfluss der Dicke in's Klare zu kommen, bemüht, durch Versuche das thatsächliche relative Verhältnis des Wärmedurchlassungsvermögens von Geweben aus Flachs, Baumwolle, Schafwolle und Seide, nämlich Leinwand, Shirting, Flanell und Seidenzeug, sog. Marcelline, zu ermitteln, indem ich gleich dicke Schichten derselben prüfte. Die hierbei benützte Methode war im wesentlichen dieselbe, deren sich Schuhmeister s. o. S. 27 bedient hatte, nur war der Apparat etwas modificirt. Der innere Cylinder hatte eine Höhe von 20 cm und einen Durchmesser von 3,0 cm, die entsprechenden Maasse des äusseren Cylinders waren 24 und 7,0 cm. Die Dimensionen waren so genommen, dass bei den Versuchen der innere Cylinder durch eine nach allen Richtungen genau 2 cm dicke Stoffschichte von dem äusseren getrennt werden konnte. Um dies zu erreichen, wurde von einem Stoff so viel auf den kleinen Cylinder fest aufgerollt, bis die Schichte eben 2 cm dick war und somit nach dem

Einbringen in den äusseren Cylinder dessen Wand fest anlag. Mittels eines scharfen Messers wurde dann der Stoff unten und oben genau in der Höhe des Cylinders abgeschnitten. Hierauf wurde auf den Boden des äusseren Cylinders eine aus auf einander gelegten kreisrunden Stücken des Stoffes hergestellte Schichte von 2 cm Höhe gebracht und darauf der umwickelte innere Cylinder in den äusseren eingeschoben; es blieb dann oben noch ein 2 cm hoher Raum übrig, welcher in der gleichen Weise wie der untere mit Stoff gefüllt wurde. Der innere Cylinder hatte oben eine Oeffnung, welche mit einem durchbohrten Kautschukstopfen verschlossen war, durch welchen ein Thermometer eingeführt wurde, das genau in die Bohrung passte und in dem Deckel des äusseren Cylinders unverrückbar eingekittet war. Die Stofflagen im oberen Raum waren selbstverständlich mit einem Ausschnitt zum Durchlassen des Thermometers versehen. Der äussere Cylinder trug an seinem oberen Ende einen Rand, auf welchen der Deckel mittels Klemmschrauben wasserdicht aufgeschraubt wurde.

Der ganze Apparat wurde dann in ein Wasserbad mit einer constanten Temperatur von 20° C. gebracht. Wenn der Apparat durch und durch die gleiche Temperatur angenommen hatte, was daraus ersichtlich war, dass das Thermometer in seinem Inneren 20° anzeigte, wurde er in ein mit Schnee und Wasser gefülltes Gefäss getaucht, so dass er vollständig in der Schneemischung steckte und nun der Gang der Abkühlung durch Ablesen des Thermometers von 10 zu 10 Minuten beobachtet.

Der wesentlichste Unterschied zwischen meiner Versuchsanordnung und der von Schuhmeister liegt darin, dass Schuhmeister den inneren Cylinder als Luftthermometer benützte, während ich meine Beobachtungen an einem Quecksilberthermometer anstellte, dessen Kugel in dem Hohlraum des inneren Cylinders steckte. Ich wollte mir auf diese Weise das schwierige und zeitraubende Calibriren der in das Quecksilber eintauchenden Glasröhre, welches für die Methode Schuhmeister's unbedingt nothwendig ist, ersparen, allein ich habe leider, wie ich mich nachträglich erst überzeugte, was ich hier aber gleich constatiren

möchte, durch die Anwendung des Quecksilberthermometers eine Fehlerquelle eingeführt, deren Tragweite sich nicht bemessen lässt, und es müssen dadurch die Versuche wesentlich an Brauchbarkeit verlieren. Während man nämlich bei Verwendung des inneren Cylinderhohlraumes als Luftthermometer in jedem Momente einen genauen Ausdruck der mittleren Temperatur im inneren Cylinder erhält, gestaltet sich die Sache bei dem Quecksilberthermometer wesentlich anders. Erstlich treten in dem Hohlraum, in welchem die Thermometerkugel steckt, infolge der ungleichmässigen Temperaturvertheilung — die der Wand des Cylinders anliegenden Luftschichten müssen immer kälter sein als die weiter innen befindlichen — Luftströmungen auf, die in verschiedenem Sinne auf die Contraction des Quecksilbers einwirken, sie verlangsamen oder beschleunigen können, so dass man nie sicher ist, dass die abgelesenen Grade auch der mittleren Temperatur des Raumes thatsächlich entsprechen. Zweitens aber vergeht immer eine gewisse Zeit bis sich das Quecksilber auf den der Temperatur entsprechenden Grad zusammenzieht; das Thermometer hält nicht gleichen Schritt mit der Abkühlung, sondern es hinkt nach. Dadurch wird gleichfalls eine genaue Kenntnis des jeweiligen Standes der Temperatur verhindert und der daraus entstehende Fehler muss um so grösser werden, je rascher die Abkühlung vor sich geht und je grösser die Quecksilbermenge im Thermometer ist.

Mit dem beschriebenen Apparate habe ich nun eine Reihe von Versuchen angestellt, theils mit Kleidungsstoffen, theils auch zur eigenen weiteren Orientirung, mit einigen anderen Substanzen. Trotz der eben erwähnten Mangelhaftigkeit der Methode, welche den Werth der Untersuchungen von vornherein zweifelhaft erscheinen lässt, will ich mit der Mittheilung der erhaltenen Resultate nicht zurückhalten, weil dieselben, wie sich zeigen wird, doch in bestimmter Richtung ein gewisses Interesse bieten. Die Schlussergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengestellt, während die ausführliche Wiedergabe der Versuchsprotokolle im Anhang unter III erfolgt.

Tabelle 4.

Stoffe	Gewicht in g	Temperaturabnahme um °C. in 60 Minuten
Seidenzeug	432,1	12,8
Flanell	174,5	15,35
Shirting	388,1	17,2
Leinwand	506,1	17,1
Weiches Holz (Fichte) der Faser nach	—	17,3
Hartes Holz (Buche) rechtwinkelig zur Faser	—	17,9
„ „ „ der Faser nach	—	18,0
Drehspähne von hartem Holz, ganz lose eingefüllt	—	18,4
Lockere Watte	—	18,6
Watte, fest zusammengepresst	—	18,8
Luft	—	18,65
Blei	—	18,9 (30 Min.)

Bei Holz und Blei war die Anordnung folgendermaassen: Ich liess mir davon cylindrische Stücke anfertigen von der Grösse, dass sie die Höhle des äusseren Cylinders genau ausfüllten. In ihrer Längsachse war eine cylindrische Höhlung ausgebohrt, welche den inneren Cylinder so in sich fasste, dass nur oben noch ein 2 cm hoher Raum übrig blieb. Die Bohrung durchsetzte nicht den ganzen Holz- oder Bleicylinder, sondern reichte nur so tief, dass unten ein 2 cm dickes Stück massiv blieb. Der obere Raum wurde bei diesen Versuchen mit einem durchbohrten Kork ausgefüllt für den Durchtritt des Thermometers.

Bei den Versuchen mit Luft blieb der Raum zwischen beiden Cylindern leer, und es wurde nur dafür gesorgt, dass der Abstand überall 2 cm betrug.

Aus Tabelle 4 würde sich ergeben, dass das Wärmeleitungsvermögen für alle untersuchten Stoffe mit Ausnahme von Seidenzeug, Flanell und Blei nur wenig verschieden wäre und demjenigen der Luft nahe käme. Nur die beiden ersten der genannten Stoffe sollten wesentlich schlechter leiten, Blei dagegen etwa doppelt so gut als Luft. Vor Allem das letztere Ergebnis widerspricht

aber allen unseren Erfahrungen und Kenntnissen, nach welchen Luft einer der schlechtesten Wärmeleiter ist, in hohem Grade. Zufolge früheren Untersuchungen würde nämlich Blei ungefähr 1300 mal besser leiten als Luft.

Ich habe oben schon einer Fehlerquelle gedacht, die diesen Versuchen innewohnt, allein ich trage doch Bedenken, die Ursache dieses Ausfallens meiner Versuche in der erwähnten fehlerhaften Anordnung allein zu suchen. Es müssen hierbei noch andere Factoren mitgewirkt haben.

Für die Versuche mit Luft kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die gefundenen Werthe viel zu hoch sind. Hier müssen unbedingt Luftströmungen in dem Zwischenraum zwischen beiden Cylindern, hervorgerufen durch die verschiedene Dichtigkeit und Schwere der verschieden warmen Luftschichten, die Schuld der falschen Resultate tragen, vielleicht auch theilweise die directe Wärmestrahlung von einer Metallfläche zur anderen. Dass diese Momente, wenigstens das erstere, bei den Versuchen von Stefan über die Wärmeleitung von Gasen nicht gleichfalls störend eingewirkt haben, oder doch nur in einem Grade, der gegenüber dem bei meinen Versuchen ausgeübten Effect gänzlich verschwindet, obgleich mein Apparat jenem von Stefan im Princip vollkommen nachgebildet war, rührt sicherlich daher, dass die Dimensionen meines Apparates bedeutend grösser waren und so das Zustandekommen von Luftströmungen wesentlich erleichtert war.

Meine Versuche mit Luft sind somit auf alle Fälle nicht zu verwerthen und es frägt sich nun weiter, ob vielleicht die übrigen Versuche, bei dem Wegfall der zuletzt erwähnten, den beabsichtigten Zweck der Untersuchung durchkreuzenden Einflüsse, als Maass für das relative innere Leitungsvermögen [1]) der Stoffe sich verwenden lassen. Sind schon die Endergebnisse insoferne unwahrscheinlich, als sich aus denselben ergeben würde, dass die Kleidungsstoffe die Wärme nur wenig schlechter leiten, als Blei,

1) Wenn ich im Folgenden öfter das Wort »Leitungsvermögen« gebrauche, so ist damit immer das Verhalten der Stoffe zum Durchgang der Wärme gemeint, welcher allerdings nicht bloss durch Leitung erfolgt. Obige Bezeichnung ist nur der Kürze des Ausdrucks wegen gewählt.

so treten bei näherer Betrachtung der ausführlichen Versuchsprotokolle (s. Anhang unter III) neue Schwierigkeiten zu Tage. Es zeigt sich nämlich hierbei, dass der Gang der Abkühlung bei den verschiedenen Stoffen in den gleichen Zeitabschnitten keineswegs analog verläuft. Die Folge davon ist, dass man ganz verschiedene Verhältniszahlen erhält, je nachdem man eine kürzere oder längere Beobachtungszeit mit einander vergleicht. Die folgenden Tabellen und Curven dürften dieses Verhalten genügend illustriren. Ich beschränke mich darin auf die uns hier zumeist interessirenden Stoffe.

Durchschnittliche Temperaturabnahme um Grade C.

	bei Leinwand	bei Shirting	bei Flanell	bei Seidenzeug	bei Watte, locker	bei Watte, gepresst	bei Blei
Während der ersten 10 Minuten	0,8	1,0	0,9	0,3	4,3	3,5	11,1
„ „ zweiten 10 „	3,7	4,1	3,3	1,7	5,5	6,05	5,6
„ „ dritten 10 „	4,5	4,4	3,8	2,9	3,8	4,2	1,2
„ „ vierten 10 „	3,6	3,5	3,1	3,1	2,5	2,6	—
„ „ fünften 10 „	2,6	2,5	2,4	2,6	1,55	1,6	—
„ „ sechsten 10 „	1,8	1,65	1,8	2,2	1,0	0,9	—

Trägt man diese Werthe als Curven auf, so erhält man ein deutliches Bild des Ganges der Abkühlung bei den einzelnen Stoffen und von deren Verhältnis zu einander. (S. S. 35.)

Wie man sieht, ist der Verlauf der Curven in den gleichen Zeitabschnitten ein ganz ungleichartiger, mehr oder weniger steiler, so dass nicht selten Kreuzungen vorkommen. Demgemäss müssen bei einem Vergleich der Geschwindigkeit der Abkühlung ganz verschiedene Verhältniszahlen auftreten, wenn man Beobachtungszeiten vergleicht, welche absolut verschieden lang, unter sich aber gleich sind. Nimmt man z. B. Seidenzeug und Blei, so verhält sich die Geschwindigkeit der Temperaturabnahme nach den ersten 10 Minuten des Versuches wie 0,3 : 11,1 oder wie 1 : 37, nach den dritten 10, also nach 30 Minuten dagegen wie 4,9 : 17,9 oder wie 1 : 3,65; mithin ein um das Zehnfache ver-

schiedenes Verhältnis. Aehnlich gestalten sich auch die Verhältnisse beim Vergleich der anderen Stoffe unter sich oder mit Blei und Seidenzeug, nur dass die Unterschiede keine so bedeutenden sind.

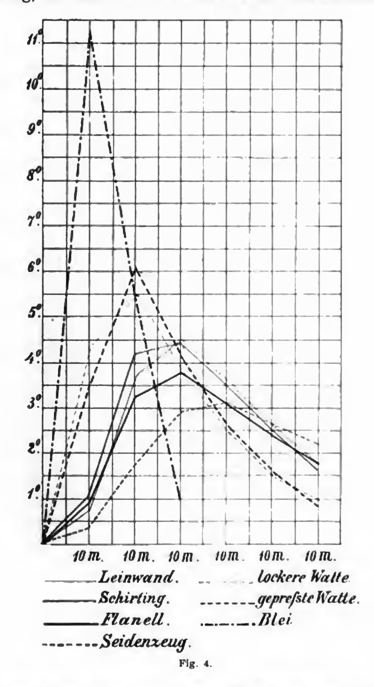


Fig. 4.

Es ist klar, dass unter diesen Umständen von einer Verwerthung dieser Versuche für die Bestimmung des Wärmeleitungs-

vermögens der Stoffe nicht die Rede sein kann. Im höchsten Falle liesse sich aus der Temperaturabnahme und der Zeit, welche verstreicht, bis zur Erreichung der grössten Abkühlungsgeschwindigkeit, also bis der höchste Punkt der Curve gewonnen ist, ein qualitativer Schluss auf die relative Grösse des Leitungsvermögens ziehen. Indessen muss auch dessen Richtigkeit aus einem gleich zu erwähnenden Grunde als zweifelhaft erscheinen.

Frägt man sich nämlich, was die Ursache davon ist, dass die Versuche ein so unerwartetes Ergebnis geliefert haben, so kommt man durch genauere Ueberlegung dazu, den Grund dafür vorzüglich in zwei Momenten zu suchen. Erstlich liegt die Schuld an der Versuchsanordnung: die Temperatur wird nur an einem Punkte gemessen, aber man erhält dadurch keinen Aufschluss über den Stand der Temperatur an anderen Stellen; denn es besteht kein Beharrungszustand, sondern es vollzieht sich ein fortwährender Wechsel in der Temperatur der einzelnen Schichten, über dessen Gang wir nichts wissen. Die Folge hiervon ist bei dem gleichen Körper ein ganz ungleichmässiges Sinken des Thermometers in den einzelnen Zeitabschnitten nach unbekannten Gesetzen. Leitet ein Körper die Wärme gut, so erfolgt gleich anfangs ein rasches Sinken des Thermometers, dessen Geschwindigkeit aber in den folgenden Zeitabschnitten um so geringer wird, je mehr sich die Temperaturdifferenz zwischen dem Innern des Apparates und dem aussen befindlichen Schneewasser verkleinert. Bei einem schlechter leitenden Stoffe dagegen sinkt anfangs das Thermometer nur langsam, dann folgt aber, wie die Versuche lehren, in den folgenden Zeitabschnitten, nicht in gleicher Weise wie oben, eine weitere Verlangsamung, sondern es geht derselben ein kürzeres oder längeres Stadium vorher, während dessen das Absinken wesentlich rascher als gleich zu Anfang vor sich geht, und erst dann lässt sich ein Langsamerwerden erkennen. Dadurch wird es möglich, dass in späteren Zeitabschnitten die Temperaturabnahme, welche durch das Thermometer angezeigt wird, im gleichen Zeitraum bei einem schlecht leitenden Stoff grösser ist, als bei einem gut leitenden. Dies zeigt sich z. B. ganz deutlich, wenn wir die Abnahme der Temperatur in den dritten 10 Minuten

(s. obige Tabelle) vergleichen. In diesem Zeitraum erfolgt bei Blei, das ja zweifellos der beste Wärmeleiter unter den untersuchten Stoffen ist, nur mehr eine Temperaturabnahme um 1,2°, während sie bei allen übrigen viel höher ist. Infolgedessen rücken diese letzteren, wenn man die Gesammtabkühlung seit Beginn des Versuches in's Auge fasst, rascher nach und es müssen sich daher die Verhältniszahlen der gesammten Temperaturabnahme mit der Dauer des Versuches verkleinern. Es ist übrigens gar nicht nothwendig, um diesen Effect zu erreichen, dass, wie im gewählten Beispiele, die absolute Temperaturabnahme bei den schlechten Leitern jene eines besseren überwiegt, dies wird nur bei grossen Differenzen in der Leitungsfähigkeit möglich, es genügt schon eine relative Verschiedenheit, und dass diese in grosser Zahl vorkommen, beweisen der fehlende Parallelismus und die Kreuzungen der Curven.

Möglicherweise übt auch die verschiedene Wärmecapacität der Stoffe einen Einfluss auf den Gang der Versuche aus. Indessen dürfte dieselbe wohl nur bei einem Vergleich zwischen dem Blei und den übrigen Stoffen eine merkliche Wirkung zu Tage fördern. Bei einem Vergleich der anderen Stoffe unter sich wird dies voraussichtlich nicht der Fall sein. Ich wollte hier auch nur dem Gedanken an die Möglichkeit eines Einflusses von dieser Seite her Ausdruck verleihen.

Als zweites Moment, welches bewirken half, dass die Versuche nicht, wie es beabsichtigt war, einen Maassstab für das relative Wärmeleitungsvermögen der untersuchten Stoffe ergeben haben, erscheinen zweifellos die Luftströmungen, welche infolge der Temperaturunterschiede durch die Maschen und Poren der Gewebe ihren Weg nehmen. Es könnte zwar auf den ersten Blick unwahrscheinlich erscheinen, dass eine Bewegung der Luft durch so dicke Schichten fest auf einander liegender Lagen der Gewebe hindurch stattfindet, und ich gestehe, dass mir die Möglichkeit auch nicht recht in den Sinn wollte, bis ich mich durch einen Versuch von der ausserordentlichen Beweglichkeit der Luft durch dicke Gewebsschichten überzeugte. Ich brachte 1½ cm dicke Schichten von Leinwand oder Shirting zwischen zwei

Metallplatten, welche fest auf einander geschraubt wurden. Jede dieser Platten hatte in der Mitte ein rundes Loch. Auf die Oeffnung der einen Platte war eine kurze Metallröhre von dem gleichen Durchmesser im Lichten aufgelöthet. Wenn ich nun in die Röhre hineinblies, so trat die Luft noch mit einer solchen Geschwindigkeit durch die 1 ½ cm dicke Gewebsschichte hindurch, dass ich mit der vor die Oeffnung der anderen Platte gehaltenen Hand den Luftzug fühlte. Es hat dieses Experiment eigentlich nichts Ueberraschendes, wenn man sich erinnert, dass es möglich ist durch einen Ziegelstein hindurch ein Licht auszublasen, wie ein beliebtes Vorlesungsexperiment beweist.

Die Luftströme durch die Gewebe hindurch führen dem inneren Cylinder und dem darin befindlichen Thermometer viel rascher Kälte zu, als dies der Fall wäre, wenn nur das Wärmeleitungsvermögen der Stoffe allein die Vermittelung besorgen würde. Allein der Zweck, diese letztere für sich zu bestimmen, wird vereitelt, weil unbekannt ist, ein wie grosser Antheil des Gesammteffectes auf jeden der beiden Factoren entfällt. Die Störungen durch die in den Stoffen befindliche Luft hätten gewiss vorhergesehen werden können, allein man vergisst nur zu leicht, dass die Gewebe keine homogenen nur aus einer Masse bestehenden Körper, sondern dass sie in hohem Grade porös, lufthaltig und permeabel für Luft sind und die Nichtbeachtung dieser Thatsache hat sich in den Resultaten der Versuche gerächt. Ich zögere nicht, diesen Fehler offen zu bekennen; denn ich habe die vorstehenden Versuche nur in der Absicht mitgetheilt, um zu zeigen, welche Schwierigkeiten derartigen Untersuchungen innewohnen und wie leicht es ist, auf Irrwege zu gerathen und unter Umständen Täuschungen zum Opfer zu fallen, zugleich aber auch um Andere abzuhalten, den von mir erfolglos betretenen Weg ebenfalls zu versuchen.

Nachdem so die Versuche nur zu dem einen positiven Resultat geführt hatten, dass ein Vorgehen in dieser Weise nicht zu dem gewünschten Ziele führte, schlug mir Herr Professor Dr. E. Voit vor, zum Zwecke einer ganz allgemeinen Orientirung Versuche anzustellen, bei welchen die Luft aus den Stoffen zuerst durch

eine schwer bewegliche Flüssigkeit verdrängt und die Stoffe dann erst zwischen beide Cylinder gebracht würden. Der am nächsten gelegene Gedanke wäre allerdings der, die Luft aus dem Apparat auszupumpen und dann mit den luftleeren Stoffen Untersuchungen zu machen, allein der Ausführung dieses Gedankens steht die Unmöglichkeit entgegen, die Luft vollständig zu entfernen. Der zurückbleibende Theil würde aber eine ausserordentliche Verdünnung erfahren, und dadurch so sehr an Beweglichkeit gewinnen, dass voraussichtlich die infolgedessen verursachten intensiveren Luftströmungen die sonstigen Vortheile des Verfahrens aufwiegen würden. Ich ergriff daher obige Idee des Herrn Professors Voit. Als eine sehr geeignete Flüssigkeit erschien eine concentrirte Leimlösung. In eine solche wurden die Stoffe bei einer Temperatur, bei welcher die Lösung flüssig war, zur Austreibung der Luft eingelegt und, wenn sie vollkommen durchtränkt waren, auf den inneren Cylinder aufgewickelt und in den Zwischenraum zwischen beide Cylinder gebracht. Beim Erkalten erstarrte die Gelatine; es konnten somit keine Strömungen von Flüssigkeit stattfinden und auch noch etwa vorhandene Luftbläschen waren so eingeschlossen, dass sie sich nicht von der Stelle bewegen konnten. Die Ausführung des Versuches war im Uebrigen die gleiche, wie oben.

Ich habe nach dieser Methode Versuche mit Leinwand, Shirting und Flanell ausgeführt, verzichte jedoch auf die Angabe der Resultate, da sich bei den sonstigen Unvollkommenheiten des Apparates, von welchen oben die Rede war, doch keine Schlüsse aus denselben ziehen lassen. Es wäre vielleicht möglich, unter Anwendung der nöthigen Cautelen und mit einem vollkommeneren Apparat, mittels dieser Methode Bestimmungen auszuführen, welche Aufschluss geben über das Wärmeleitungsvermögen der Kleidungsstoffe, wenigstens über deren relatives Verhältnis zu einander unter Ausschluss der verschiedenen Dicke der einzelnen Stoffe.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die im vorhergehenden Abschnitte besprochenen Versuche über den Punkt, zu dessen Aufklärung sie unternommen wurden, nämlich über den

Einfluss der natürlichen Dicke der verschiedenen Kleidungsstücke auf deren Wärmeleitungsvermögen, keinen Aufschluss gegeben haben. Eines aber ist durch sie doch wahrscheinlich geworden, d. i. die hervorragende Wichtigkeit der Permeabilität der Stoffe für Luft in Bezug auf den Durchtritt der Wärme durch dieselben. Diese Eigenschaft scheint in der That von einer solchen Präponderanz zu sein, dass die Differenzen in den übrigen physikalischen Eigenthümlichkeiten der Stoffe, welche den Wärmedurchgang sonst noch beeinflussen, dagegen sehr zurücktreten dürften.

Bevor ich weiter gehe, fühle ich das dringende Bedürfnis, auf eine Thatsache noch ausdrücklich aufmerksam zu machen, in der ich eine gewisse Rechtfertigung für mich erblicke wegen des Misserfolges der zuletzt besprochenen Versuche. Es sind nämlich zwei bedeutende Physiker, Péclet und Forbes, auf Grund experimenteller Forschungen zu dem Schlusse gekommen, dass das Wärmeleitungsvermögen von Stoffen, welche zur Bekleidung dienen, das gleiche sei, wie jenes von unbewegter Luft. Péclet, welcher Gewebe untersuchte, sagt wörtlich [1]: »Il est inportant de remarquer que, la conductibilité des matières textiles étant sensiblement indépendante de leur densité, il s'ensuit nécessairement que leur conductibilité est la même que celle de l'air stagnante«. Der Ausspruch von Forbes [2]) aber lautet wörtlich übersetzt: »Die Versuche über Baumwolle (cotton wool) widerlegen in keiner Weise das, was Péclet fand, nämlich, dass die Leitungsfähigkeit die gleiche ist, zu was immer für einen Grad die Baumwolle (wool) comprimirt ist, und führen so zu dem höchst interessanten Schluss, dass die Leitungsfähigkeit der Faser die nämliche ist, wie jene der Luft und dass die Leitungsfähigkeit der Luft die oben angegebene Zahl ist.« (Diese Zahl dürfte, wenn ich Forbes recht verstehe (0,00530 sein.) Zu erwähnen ist noch, dass Forbes theils mit Geweben, theils mit reiner, ungewebter Wolle und Baumwolle arbeitete.

1) Péclet, Traité de la chaleur, Paris, Masson 1856, 3. édit. Bd. 1 p. 407.

2) Proceedings of the Royal Society of Edinburgh Volum VIII Session 1872—73 p. 62—68.

Diese Schlussfolgerungen sind mir deshalb so interessant, weil sie genau die gleichen sind, wie die, welche sich auch aus meinen Versuchen mit den gleich dicken Stoffschichten ergeben, wenn man nur die Schlussergebnisse nach einstündiger Beobachtungszeit in's Auge fasst. Ich erblicke in dieser Uebereinstimmung einen Beweis dafür, wie schwierig es ist, derartige Untersuchungen einwurfsfrei durchzuführen, wie leicht dagegen, bei der Complicirtheit der Verhältnisse, auf Trugschlüsse zu gerathen.

Es ist mir jedoch nicht möglich, an die Richtigkeit obigen Satzes der beiden Autoren zu glauben, wiewohl er von so gewichtiger Seite aufgestellt wurde. Theoretisch spricht schon die Unwahrscheinlichkeit, dass feste Körper die Wärme ebenso schlecht leiten sollten wie ein gasförmiger, zu sehr dagegen. Andererseits ist Schuhmeister, angeregt durch die vorstehenden Auslassungen von Forbes, auf experimentellem Wege, wie schon erwähnt, zu ganz anderen Resultaten gelangt. Auch Forbes hatte gegenüber Péclet mit verbesserten Methoden gearbeitet, aber trotzdem scheint es ihm nicht gelungen zu sein, alle Fehlerquellen auszuschliessen. Was die Ursache der Differenzen zwischen Schuhmeister und mir sind, obgleich wir mit im Princip gleichen Apparaten arbeiteten, vermag ich nicht vollkommen zu erklären. Ein wesentliches Unterscheidungsmoment liegt allerdings darin, dass Schuhmeister Rohstoffe untersuchte, ich dagegen fertige Gewebe.

Wie man sieht, ist es mir durch die Versuche mit gleich dicken Stoffschichten nicht gelungen, die Frage zu entscheiden, welchen Einfluss die verschiedene natürliche Dicke der Stoffe auf die Hemmung des Wärmedurchganges ausübt. Der Güte des Herrn Prof. Dr. E. Voit verdanke ich aber eine Gleichung, mittels deren es gelingt, unter Eliminirung der Dicke der Stoffe, Wärmedurchgangscoëfficienten für die einzelnen Stoffe aus meinen ursprünglichen Versuchen mit einer einzigen Stoffschichte zu berechnen, welche unmittelbar verglichen werden können:

Bezeichnet man den Wärmedurchgangscoëfficienten des unbekleideten Cylinders (s. S. 17) mit K, ferner den Durchgangs-

coëfficienten nach Bedeckung mit der zu untersuchenden Substanz (berechnet nach Gleichung 3 s. o.) mit k, so erhält man den Durchgangscoëfficienten k_1 der zu untersuchenden Substanz allein aus der Formel:

$$\frac{k_1}{n_1} = \frac{Kk}{K-k}$$

wobei n_1 die Dicke der Substanz in Centimeter ist.

Mittels dieser Formel sind die folgenden Werthe berechnet.

Tabelle 5.

Stoffe	Dicke in cm	Durchgangs-coëfficient k_1
Leinwand, einfache Lage	0,025	0,005641
Shirting, „ „	0,020	0,004396
Flanell, „ „	0,120	0,005102
Seidenzeug, „ „	0,010	0,000876
Leinwand, doppelte „	0,050	0,005544
Shirting, „ „	0,040	0,002654
Flanell, „ „	0,240	0,005619
Seidenzeug, „ „	0,020	0,001527
Leinwand, siebenfache Lage	0,175	0,007605
Kammgarnstoff, einfache Lage	0,050	0,003040
Satin, „ „	0,100	0,004904
Cheviot, „ „	0,110	0,003429
Winterbockskin, „ „	0,200	0,005151
Winterpaletotstoff, „ „	0,250	0,006189
Glacéhandschuhleder, einfache Lage	0,075	0,003008
Waschleder, „ „	0,080	0,002785
Jäger's Tricotstoff, dünnerer, einfache Lage .	0,040	0,002115
„ „ dickerer, „ „ .	0,075	0,002821
Hellblaues Militärtuch, einfache Lage . . .	0,125	0,004439
Guttaperchastoff, „ „	0,040	0,007193

Die Messung der Dicke der Stoffe wurde in der Weise ausgeführt, dass immer 10 Lagen desselben Stoffes auf einander gelegt, mittels eines sog. Greifzirkels deren Dicke bestimmt und daraus die einer einzelnen Schichte berechnet wurde. Das genannte Instrument besteht aus einem Maassstab, an welchem im rechten Winkel zwei mehrere Centimeter lange Arme sich befinden, von

denen der eine am Maassstab unverrückbar befestigt ist, während der andere an demselben nach seiner Länge verschoben werden kann. Indem man den zu messenden Gegenstand zwischen die beiden Arme bringt, gelingt es, seine Dicke zu bestimmen. Diese Messungen bieten bei unelastischen Stoffen, wie Leinwand, keine Schwierigkeiten, anders dagegen verhalten sich die elastischen, die Wollstoffe, bei welchen man durch mehr oder weniger starkes Zusammendrücken ziemlich verschiedene Dickenmaasse finden kann. Bei diesen letzteren verfuhr ich in der Weise, dass ich den Stoff zwischen den Armen des Greifzirkels zuerst leicht zusammendrückte und die natürliche Elasticität des Stoffes wirken liess. Da der bewegliche Arm sehr leicht verschiebbar war, so wurden auf diese Weise die beiden Arme wieder etwas mehr von einander entfernt und diese Entfernung nahm ich nun als die wirkliche Dicke des Stoffes an. Ich glaube, dass ich durch dieses Verfahren der Wahrheit ziemlich nahe gekommen bin.

Zu bemerken dürfte vielleicht nicht überflüssig sein, dass der Werth für $K = 0{,}011513$ genommen wurde, welche Zahl als das Mittel der aus den Versuchen mit dem unbekleideten Cylinder berechneten Durchgangscoëfficienten für die Dauer von 40 Minuten erscheint (vgl. Anhang II).

Die in Tabelle 5 aufgeführten Durchgangscoëfficienten bedeuten die Menge von Wärmeeinheiten, welche bei einer Dicke der Schichte von 1 cm durch 1 qcm Stoff in der Minute hindurchgehen, bei einer Temperaturdifferenz von 1 ° C. zwischen aussen und innen.

Die berechneten Werthe zeigen, wie man sieht, eine grosse Annäherung an einander und auch die Coëfficienten, wenn bei den Versuchen mehrere Lagen eines Stoffes genommen wurden, weisen im Allgemeinen eine Uebereinstimmung auf, die mit Rücksicht auf die immerhin etwas rohe Untersuchungsmethode, genügend gross erscheint, um den Schluss zu rechtfertigen, dass die Kleidungsstoffe bei gleicher Dicke die Wärme gleich gut leiten. Eine Ausnahme macht nur Seidenzeug, welcher ein erheblich schlechterer Wärmeleiter zu sein scheint als die übrigen Stoffe.

Von früheren Untersuchern haben nur Péclet und Forbes absolute Zahlen für das Wärmeleitungsvermögen von Kleidungsstoffen oder deren ungewebten Rohstoffen angegeben, welche ich nun folgen lasse. Zu bemerken ist, dass Péclet zur Berechnung seiner Zahlen andere Einheiten gewählt hat, als die bei meinen und Forbes' Berechnungen eingeführten. Die Péclet'schen ursprünglichen Zahlen, welche ich in die erste Reihe setze, bedeuten nämlich die Wärmemengen, welche in 1 Stunde eine Schichte des Stoffes von 1 qm Oberfläche und 1 m Dicke passiren, bei einer Temperaturdifferenz der beiden Oberflächen von 1°. Der leichteren Vergleichbarkeit halber habe ich diese Werthe auf die gleichen Einheiten, welche den Forbes'schen und meinen Werthen zu Grunde liegen, reducirt und die so erhaltenen Zahlen in die zweite Reihe gestellt:

Péclet fand [1]):

Rohe Baumwolle	= 0,040	= 0,00666
Baumwollstoff	= 0,040	= 0,00666
Neuer Calicot	= 0,050	= 0,00833
Gekrämpelte Wolle	= 0,044	= 0,00733
Wollstoff (molleton)	= 0,024	= 0,00400
Eiderdunen	= 0,039	= 0,00650
Neue Leinwand	= 0,052	= 0,00866
Alte „	= 0,043	= 0,00716
Weisses Schreibpapier . . .	= 0,043	= 0,00716
Graues, nicht geleimtes Papier	= 0,034	= 0,00566

Forbes erhielt folgende Resultate [2]):

Baumwolle (cotton wool), locker	= 0,00260
„ „ „ zusammengepresst	= 0,00201
Flanell	= 0,00213
Grobe Leinwand	= 0,00179.

An einer anderen Stelle, wo er seine Zahlen mit denen von Péclet vergleicht, gibt er aber für Baumwolle den

1) Traité de la chaleur 3. édit. Paris, Masson 1856 Bd. 1 p. 407.
2) a. a. O.

Werth 0,00530 an. Es ist nicht ersichtlich, woher diese Differenz rührt.

Der grösseren Uebersichtlichkeit halber stelle ich die Zahlen in einer Tabelle zusammen.

	Péclet	Forbes	Schuster
Leinwand, neue	0,00866	0,00179	0,005641
„ alte	0,00716	—	—
Baumwollstoff (Shirting)	0,00666	—	0,004396
Wollstoff (Flanell)	0,00400	0,00213	0,005102

Wenn man sich vergegenwärtigt, dass die absoluten Werthe, welche verschiedene Forscher für die Wärmeleitungsfähigkeit verschiedener Substanzen, selbst der Metalle, gefunden haben, nicht unerhebliche Differenzen aufweisen, so muss man gewiss zugeben, dass die Uebereinstimmung obiger Zahlen eine sehr zufriedenstellende genannt werden darf, da sie bis auf die dritte Decimalstelle stimmen. Ich mache selbstverständlich keinen Anspruch darauf, meine Zahlen für richtiger zu halten, als jene von Péclet und Forbes, ich möchte darin nur eine Bestätigung der Ergebnisse dieser Forscher in der Richtung erblicken, dass ein wesentlicher Unterschied in dem absoluten Leitungsvermögen der verschiedenen Kleidungsstoffe nicht besteht, vielleicht mit Ausnahme der Seidengewebe.

Die Berechnung der Wärmedurchgangscoëfficienten setzt uns aber auch in den Stand, durch Vergleich uns ein ungefähres Bild zu machen, in welchem Maass die Stoffe befähigt sind, die Wärme in ihrem Innern fortzupflanzen.

Betrachten wir zuerst die Metalle. Nach den Untersuchungen von Neumann[1]) sind die Leitungscoëfficienten einiger Metalle folgende:

Kupfer 1,108
Messing 0,302

1) Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik 4. Aufl. 1885 Bd. 3 S. 299.

Zink	0,307
Neusilber	0,109
Eisen	0,163

Nehmen wir für die Kleidungsstoffe in runder Zahl 0,005 an, so würden dieselben die Wärme ungefähr 200 mal schlechter leiten als Kupfer und 33 mal schlechter als Eisen Fr. Weber[1]) hat zwar etwas niedrigere absolute Werthe für einige der angeführten Metalle gefunden, aber immerhin würde danach Kupfer unsere Stoffe noch 163 mal übertreffen. Weber fand als Coëfficienten für Blei 0,0716, so dass auch dieses, trotzdem es zu den schlechter leitenden Metallen gehört, noch 14 mal besser leitet als Leinwand etc.

Umgekehrt ist das Verhältnis zur Luft. Nimmt man für diese nach Stefan[2]) 0,0000558 als Wärmeleitungscoëfficienten an, so bedeutet dies ein um etwa 90 mal schlechteres Leitungsvermögen, als das der Kleidungsstoffe.

Wie oben schon angeführt, berechnet Péclet für weisses Schreibpapier 0,00716, für graues nicht geleimtes Papier 0,00566, Forbes[3]) dagegen gibt für Kautschuk 0,00534 und für Sägespähne 0,00735 als Werthe an. Diese Stoffe würden also mit den unsrigen hinsichtlich ihrer Wärmeleitungsfähigkeit etwa auf der gleichen Stufe stehen.

Nach den neueren Bestimmungen des Wärmeleitungsvermögens der Luft kann somit von einem gleichen Verhalten mit den Kleidungsstoffen, wie es Péclet und Forbes vermuthet hatten, nicht mehr die Rede sein. Ihre Bestimmungen für Luft waren gewiss zu hoch, und es dürfte die Ursache dafür in Luftströmungen innerhalb ihrer Apparate zu suchen sein, durch welche die Wärme rascher übertragen wurde, als dies durch blosse Leitung geschieht.

Das Resultat obiger Vergleichung ist demnach, dass die Kleidungsstoffe allerdings, wie man auch schon immer angenommen hat, sehr schlechte Wärmeleiter sind, dass sie aber mit Stoffen thierischer und pflanzlicher Provenienz ungefähr in eine

1) Wüllner, Lehrbuch d. Experimentalphysik, 4. Aufl. 1885 Bd. 3 S. 305.
2) Ebenda S. 333.
3) a. a. O.

Reihe zu stellen sind, vielleicht mit alleiniger Ausnahme der Seidenzeuge, welche schlechter zu leiten scheinen.

Es dürfte vielleicht hier die geeignete Stelle sein eine Frage zu erörtern, über welche, wie mich die Erfahrung gelehrt hat, vielfach falsche Vorstellungen herrschen. Dieselbe betrifft das Verhältnis des Wärmeleitungsvermögens der Luft gegenüber jenem der Kleidungsstoffe. Es ist mir nämlich entgegengehalten worden, dass es doch ganz undenkbar sei, dass die Luft schlechter leite als die Stoffe, weil es ja ganz widersinnig wäre, dass wir uns in bessere Leiter einhüllen, um uns vor dem Wärmeentzug durch einen schlechteren zu schützen. Als weiteres Argument wurde aber vornehmlich noch die Thatsache geltend gemacht, dass man Apparate, welche man vor grossem Wärme- oder Kälteverlust schützen wolle, nicht frei in der Luft unterbringe, sondern dadurch thermisch isolire, dass man sie mit Filz, Wolle etc., also mit Stoffen umgebe, welche mit den Kleidungsstoffen sehr nahe verwandt sind.

Diese Einwände klingen scheinbar ganz berechtigt und doch sind sie nicht stichhaltig; denn sie beruhen auf einer falschen Auffassung des Vorganges, durch welchen die Isolirung resp. der Schutz bewirkt wird. Bleiben wir zunächst bei dem Beispiele von den thermischen Apparaten. Der Grund, warum warme Gegenstände, wenn sie der Luft frei ausgesetzt sind, sich verhältnismässig rasch abkühlen, ist der, dass wir es dabei nicht mit einem Leitungsprocess im engeren Sinne zu thun haben, weil die Luft sofort in Bewegung geräth, sobald sie nicht ganz gleichmässig erwärmt ist. Die wärmeren Lufttheilchen steigen in die Höhe, die kälteren sinken nach unten. Würde diese Luftbewegung nicht eintreten, sondern die Lufttheilchen, nachdem sie sich an dem warmen Körper erwärmt haben, mit ihm in Berührung bleiben, so würden sie bald die gleiche Temperatur annehmen, die er selbst besitzt, und weil sie die Wärme durch Leitung nur sehr langsam fortpflanzen, so würde der Wärmeabfluss von letzteren nur sehr langsam vor sich gehen können. Unter diesen Voraussetzungen würde zweifellos das Umgeben eines Gegenstandes, dessen Temperatur möglichst constant erhalten werden soll, mit

einer dicken Luftschichte diesen Zweck vorzüglich erfüllen, viel besser als die jetzt gebräuchlichen Isolirungsmittel.

Thatsächlich aber verhält sich die Sache anders. Die Luft bleibt nicht auf ihrem Platze, es entstehen Strömungen und es fliessen fortgesetzt neue kalte Lufttheilchen über den warmen Gegenstand, die ihm Wärme entziehen, indem sie sich selbst an ihm erwärmen, die Wärmeabgabe wird um so grösser, je stärker die Luftbewegung ist, wie uns im gewöhnlichen Leben der Gebrauch des Fächers beweist. Die Wirkung der Einhüllung mit den genannten Stoffen besteht nun wesentlich darin, dass sie die Menge der mit dem warmen Gegenstande in unmittelbaren Contact tretenden Lufttheilchen sehr bedeutend herabsetzen. Denn, wenn sie auch porös sind, so mässigen sie doch in dicker Schichte die Geschwindigkeit der Bewegung der Luft, welche durch ihre Maschen und Poren durchzutreten gezwungen ist, in hohem Grad, so dass in der Zeiteinheit viel weniger Luft mit der Oberfläche des Körpers in Wechselwirkung tritt. Zu gleicher Zeit aber bewirken sie als schlechte Wärmeleiter, dass die Wärme nur sehr langsam entweicht und in der Nähe der Wärmequelle zurückgehalten wird. Der Schlusseffect ist daher erfahrungsgemäss der, dass sie trotz ihres besseren Wärmeleitungsvermögens, die Wärmeentziehung durch die Luftströmung sehr erheblich vermindern. Genau dieselbe Rolle spielt die Kleidung am menschlichen Leib.

Es ist oben dargethan worden, dass das absolute Wärmeleitungsvermögen der verschiedenen Kleidungsstoffe annähernd gleich gross ist und es kann, nachdem hierbei durch die Rechnung die Dicke der Stoffe ausgeschlossen worden war, keinem Zweifel unterliegen, dass gerade diese natürliche Dicke die hauptsächliche Ursache der Unterschiede in der relativen Hemmung der Wärmeabgabe durch dieselben bildet, welche bei meinen Untersuchungen in ähnlicher Weise wie bei Krieger, zu Tage getreten sind. Dies ist nach physikalischen Gesetzen ganz selbstverständlich, und man kann deshalb gewiss im Allgemeinen sagen und die Erfahrung bestätigt es, dass ein dickerer Stoff wärmer hält, als ein dünnerer. Ich möchte indess doch die verschiedene Dicke nicht als das allein

Maassgebende in dieser Beziehung ansehen. Meine Versuche mit gleich dicken Stoffschichten haben ergeben, dass die Wärme die verschiedenen Stoffe mit verschiedener Schnelligkeit passirt. Da wir nun das absolute innere Wärmefortpflanzungsvermögen der Stoffe als für alle gleich ansehen müssen, so muss offenbar ein Moment thätig gewesen sein, welches in den Versuchen diese Eigenschaft der Stoffe verdeckte. Wir haben schon oben die Luftströmungen durch die Gewebe für den Ausfall der Versuche verantwortlich gemacht. Würde der Durchtritt der Luft durch alle Gewebe in gleicher Weise erfolgt sein, so hätte sich naturgemäss bei allen Stoffen eine gleiche Geschwindigkeit des Wärmedurchganges ergeben müssen. Weil dies aber nicht der Fall gewesen ist, so bin ich der Ansicht, dass eben in der Art des Durchpassirens der Luft durch die Gewebe Verschiedenheiten vorhanden sind, welche bei deren Fähigkeit, warm zu halten, eine Rolle spielen.

Zu derselben Schlussfolgerung führt ein Versuch Krieger's, welcher gewissermaassen ein Gegenstück zu den meinigen bildet. Krieger[1]) umhüllte seinen Cylinder einmal mit loser Watte und dann mit derselben Watte, nachdem er sie fest zusammengedrückt hatte. Der Effect dieses Zusammendrückens war, dass die Geschwindigkeit der Wärmeabgabe vom Cylinder um 21 % zunahm. Die einzige Veränderung, welche die Watte erfahren hatte, bestand darin, dass ihr Volumen verringert worden war. Die Menge der Gewebsbestandtheile war absolut gleich geblieben, sie waren nur einander näher gerückt worden. Aber durch diese dichtere Nebeneinanderlagerung wurde der Weg, welchen die Wärme durch die Watte hindurch zurückzulegen hatte, erheblich verkürzt und darin liegt der Schlüssel für die Erklärungsweise des Vorganges und zum guten Theil auch für jene der Functionen unserer Kleidung.

Unsere Kleidungsstoffe sind alle sehr schlechte Wärmeleiter und zugleich adiatherman, d. h. sie absorbiren die in sie eintretenden Wärmestrahlen zum weitaus grössten Theil. Durch

1) a. a. O. S. 518.

diese Eigenschaften sind sie befähigt, die ihnen von der Haut durch Leitung und Strahlung zugehende Wärme in ganz erheblichem Maasse zurückzuhalten und sich damit selbst zu erwärmen. Dies muss in um so höherem Grade der Fall sein, je grösser die Widerstände sind, welche sich dem Durchgang und Austritt der Wärme entgegenstellen, oder mit anderen Worten, je dicker die Stoffschichte ist und je feiner und dichter die Fäden des Gewebes gesponnen und gewebt sind. Auf diese Weise wird einerseits die Menge der Wärme, welche von der Haut durch Leitung und Strahlung, namentlich aber durch erstere entweicht, herabgesetzt und andererseits eine durchwärmte Hülle um den Körper gebildet. Dies letztere erscheint mir aber durchaus nicht als das minder Wichtige; denn bei der Betrachtung der Wärmeabgabe vom Körper müssen wir noch eines Momentes gedenken, dessen Tragweite, wie mir aus meinen Untersuchungen hervorzugehen scheint, keineswegs unterschätzt werden darf, und welches weiter oben auch schon erwähnt wurde. Der Abfluss der Wärme vom Körper erfolgt nicht nur auf dem Wege der Leitung und Strahlung durch die Kleider, sondern gewiss in viel höherem Maasse durch die Erwärmung der von aussen durch die poröse Kleidung eindringenden Luft. Pettenkofer[1]) war der Erste, der auf die Beziehungen zwischen der Permeabilität der Kleidungsstoffe für Luft und ihrem Vermögen, warm zu halten, aufmerksam machte, und experimentell zeigte, dass vielfach gerade diejenigen Stoffe, welche dem Durchtritt der Luft den geringsten Widerstand entgegensetzen, nichtsdestoweniger auch die wärmsten sind. Er schloss daraus, dass ein Kleid luftig und dennoch warm sein kann, und dass es hier vielmehr auf die Leitungsfähigkeit und andere Eigenschaften der Stoffe ankommt, als auf das Mehr oder Weniger Luft, welches es durchlässt. Wenn nun auch die absolute Leitungsfähigkeit der Stoffe mit Wahrscheinlichkeit als gleich gross angenommen werden muss, so behält obiger Schluss Pettenkofer's im übrigen doch seine Richtigkeit. Er enthält zwar auf den ersten Blick scheinbar einen Widerspruch, allein

1) Zeitschrift für Biologie Bd. 1 S. 180.

derselbe löst sich bei genauerer Ueberlegung sofort; denn es ist ja nicht gesagt, dass ein Stoff um so wärmer sein muss, je poröser er ist, sondern nur, dass ein gewisser Grad der einen Eigenschaft die andere nicht eo ipso ausschliesst.

Es ist vielleicht nicht überflüssig, wenn ich mit Rücksicht auf die Art, wie wir uns dieses doppelseitige Verhalten der Kleider zu erklären haben, die Vorgänge beim Luftwechsel durch die Kleidung kurz skizzire: Naturgemäss besteht ein fortwährendes Bestreben der kälteren Aussenluft, sich mit der Temperatur des Körpers in's Gleichgewicht zu setzen. Im unbekleideten Zustand muss dieser Ausgleich in unmittelbarer Nähe der Haut vor sich gehen, und bei nur einigermaassen grösseren Differenzen zwischen Körper- und Aussentemperatur haben wir das Gefühl von Kälte, weil die vom Körper abgegebene Wärme nicht hinreicht, die Luftschichten in unmittelbarer Berührung mit der Haut bis zu dem Grade zu erwärmen, dass sie dem Gefühl als warm erschienen. Bei dem schlechten Wärmeleitungsvermögen der Luft wäre dies leicht möglich, wenn die Luft ruhig bliebe, allein wir wissen ja, dass die Luft, auch wenn sie für unser Gefühl unbewegt erscheint, in steter Bewegung sich befindet und dass in unmittelbarer Nähe des Körpers, so lange die Luft kälter ist, ein fortwährender, aufsteigender Luftstrom vorhanden ist. Infolgedessen werden immer neue, kältere Luftschichten mit der Haut in Berührung gebracht und entziehen ihr Wärme.

Anders verhält sich die Sache, wenn wir bekleidet sind. Zwar findet dann die Luftbewegung in unserer Nähe im gleichen Sinne statt, aber erstens ist dieselbe infolge der Hemmung durch die Kleider sehr verlangsamt, und dann bilden die Kleider jetzt gewissermaassen eine Fortsetzung der Haut und sind von der vom Körper abfliessenden Wärme erwärmt. Die Luft tritt durch die Poren der Stoffe hindurch, aber sie wird dabei wärmer und trifft in wärmerem Zustand auf die Haut, welcher sie infolgedessen weniger Wärme mehr entzieht. Der Ausgleich der Temperatur findet daher nun zum grössten Theil nicht mehr unmittelbar an der Haut, sondern in den Kleidern statt, und die Stelle, wo dieser Ausgleich erfolgt, muss unter sonst gleichen Umständen

um so weiter von der Hautoberfläche wegrücken, je geringer die Temperaturdifferenz oder je dicker die Kleidung ist. Die Temperatur der mit der Haut in directe Berührung tretenden Luft wird in gleichem Verhältnis höher werden und daher nicht nur auf die specifischen Nerven der Haut den Eindruck behaglicher Wärme machen, weil sie der Körpertemperatur näher liegt, sondern auch die Wärmeabgabe des Körpers thatsächlich herabsetzen, weil sie ihm weniger Wärme mehr entzieht.

Es kann demnach ein Stoff sehr porös sein, und den Durchtritt der Luft in reichlichem Maasse gestatten, so dass ein fortwährender, ausgiebiger Luftwechsel, der aus anderen Gründen für unser Wohlbefinden unerlässlich ist, durch das Gewebe vor sich geht, ohne dass er deshalb aufhört. warm zu halten, so lange er die Bewegung des Luftstromes so weit mässigt, dass die Luft Zeit hat, sich in den von der Abwärme des Körpers gewissermaassen geheizten Kleidern bis zu einem der Körpertemperatur nahe liegenden Grad zu erwärmen. Je dicker der Stoff, d. h. je länger der Weg ist, welchen die Luft durch das warme Gewebe hindurch zurücklegen muss, bis sie zur Haut gelangt, oder je geringer die Luftbewegung ist, um so mehr wird sie sich unter sonst gleichen Umständen erwärmen. Wenn daher die Aussentemperatur nicht zu niedrig oder die Luft zwar kühl, aber nicht sehr bewegt ist, genügt eine leichte Kleidung. Ist dagegen die Aussenluft sehr kalt, so müssen wir durch Anlegen dickerer Stoffe oder mehrerer Schichten über einander den Weg bis zur Haut verlängern und dies um so mehr, wenn gleichzeitig auch noch eine starke Luftbewegung herrscht. In allen Fällen aber muss, wenn wir nicht frieren und uns wohl befinden sollen, alle bekleideten Theile des Körpers direct an der Haut eine Hülle in stetem Wechsel befindlicher warmer Luft umgeben.

Diese Art, die Eigenschaft unserer Kleidung, trotz ihrer grossen Permeabilität für Luft warm zu halten, zu erklären, ist nicht neu, sondern schon vor Jahren von Pettenkofer[1]) aufgestellt

1) Pettenkofer, Ueber das Verhalten der Luft zum bekleideten Körper des Menschen. Populäre Vorträge Heft 1 S. 25 u. ff. Braunschweig, Vieweg u. Sohn.

gestellt worden, mit dem einzigen Unterschiede, dass Pettenkofer noch Unterschiede in der absoluten Wärmeleitungsfähigkeit der Stoffe als vorhanden voraussetzte. Pettenkofer stützte sich bei dieser Erklärungsweise vorzüglich auf die Versuche von Krieger[1]) über den Einfluss des Scheerens eines Pelzes auf die Wärmeabgabe von der Haut. Aus diesen geht hervor, dass, wenn man die Wärmeabgabe vom intacten Pelz = 100 setzt, dieselbe nach dem Scheeren, also von der nackten Haut, auf 190 stieg. Nach dem Bestreichen der Haut mit Leinölfirniss stieg dieser Verlust auf 258 und nach dem Bestreichen mit einer Lösung von arabischem Gummi auf 296, also auf das Dreifache der Wärmeabgabe von ungeschorenem Pelz. Im gleichen Sinne fielen auch die Versuche am lebenden Thiere aus, welche von verschiedenen Forschern ausgeführt worden sind. Scheert man ein Kaninchen und bestreicht dann die Haut mit Firniss, oder schlägt dasselbe, wie Krieger, in ein nasses Tuch ein, so erfolgt in kurzer Zeit der Tod durch Erfrieren.

Pettenkofer sagt deshalb: »So ein Pelz fängt mit seinen in die Luft ragenden Härchen alle Wärme auf, welche von der Hautoberfläche durch Strahlung oder Leitung abfliesst und gibt sie infolge seiner zarten und feinen Structur und Vertheilung an die zwischen den einzelnen Härchen strömende Luft ab; je feiner das Haar eines Pelzes, desto besser wird die abziehende Wärme ausgenutzt von der Luft, die dann auch bei Winterkälte unsere Hautnerven nur als gewärmte Luft trifft, so dass wir nichts spüren. Die Pelzthiere fühlen sich im Winter oberflächlich sehr kalt an, erst näher der Haut sind die Haare warm. Bei stärkerer Kälte kommt sicherlich wenig Körperwärme mehr bis an die Spitzen der Haare, um dort auszustrahlen, oder durch Leitung an die Luft überzugehen, der Luftstrom im Pelze entwärmt die einzelnen Härchen von ihren Spitzen gegen ihre Wurzel zu, eine starke Kälte dringt nur etwas weiter in den Pelz ein, als eine geringere, ohne deshalb nothwendig bis auf die Haut durchzudringen. Das geschieht nur, wenn die äussere Luft ganz ungewöhnlich kalt, oder stark bewegt ist.«

1) Zeitschrift f. Biologie Bd. 5 S. 529 u. ff.

Ueber den Einfluss der Luftbewegung auf die Abkühlung hat in jüngster Zeit A. Hiller[1]) Versuche angestellt, welche im Allgemeinen eine ganz bedeutende Beschleunigung der Abkühlung bei bewegter Luft ergaben. Im gleichen Sinne fielen auch die Versuche von Geltowsky[2]) aus.

Ich habe schon weiter oben die Ansicht ausgesprochen, dass die verschiedene natürliche Dicke der Stoffe die relativen Unterschiede in der Hemmung der Wärmeabgabe nicht allein zu bewirken im Stande sei und habe einige Gründe angeführt, welche mich zu dieser Annahme bestimmen. Ich möchte hier noch einmal darauf zurückkommen und den Punkt näher bezeichnen, welcher, wie mir scheint, hier gleichfalls in Mitwirkung tritt. Meiner Meinung nach ist dies die innere Beschaffenheit der Gewebe und Gespinnste. Die Erwärmung der durch die Kleider durchtretenden Luft wird ceteris paribus eine um so grössere sein, je grösser die Zahl der Berührungspunkte mit den warmen Kleidern ist. In dieser Beziehung sind gewiss zwischen den Stoffen grosse Verschiedenheiten vorhanden. Je verschlungener die Wege durch das Gewebe sind, je mehr feine Härchen an den Fäden sich befinden und die Maschen des Gewebes durchsetzen, um so grösser wird die Berührungsfläche zwischen Luft und Stoff und um so wärmer muss die durchtretende Luft werden. Beweisend dafür ist der Versuch Krieger's mit Watte, der durch die tägliche Erfahrung fortwährend bestätigt wird, dass ein wattirtes Kleidungsstück, so lange es neu ist, viel wärmer hält, als wenn die Watte durch den Gebrauch zusammengedrückt ist. So lange die Watte noch lose und locker ist, ist die Grösse der inneren Oberfläche eine ungemein viel grössere, als wenn die einzelnen Fäden und Härchen zusammengepresst und an einander gelagert sind. Wie gross aber der Einfluss dieses Momentes auf die Fähigkeit der Watte, warm zu halten, ist, documentirt sich in

1) Deutsche militärärztliche Zeitschrift 1885.

2) Wajenno sanitarnoje Djelo 1881 No. 7. Referirt in d. Jahresber. über d. Leistungen u. Fortschritte auf d. Gebiete des Milit.-Sanitätswesens v. W. Roth. 8. Jahrgang S. 140 u. ff.

folgender Weise: Ich habe durch einige Versuche festgestellt, dass selbst bei ganz geringem Druck (2,5—4,0 cm Wassersäule) das Zusammendrücken von Watte ein Sinken der Menge der durchgehenden Luft auf 39—28 %, also auf etwa ⅓ gegenüber der lockeren Watte verursacht. Nachdem nun comprimirte Watte weniger warm ist, als lockere, so ist es klar, dass diese bedeutende geringere Luftmenge beim Durchtritt durch die zusammengedrückte Watte weniger erwärmt wird, als die grössere beim Passiren der lockeren Watte, während zugleich die Wärme rascher nach aussen abfliesst.

Wie bei einer Luftheizung der Heizeffect unter sonst gleichen Verhältnissen ein um so grösserer ist, je grösser die Oberfläche des Calorifers, d. h. je zahlreicher die Berührungspunkte der Luft mit ihm sind, ebenso verhält sich die Sache auch bei der Kleidung. Mit je mehr warmen Stofftheilchen die Luft bei ihrem Wege durch die Kleider in Berührung kommt, um so mehr Wärme nimmt sie auf, sie kommt deshalb in wärmerem Zustand zur Haut, und wir ziehen daraus den Schluss, dass uns das betreffende Kleid wärmer hält, als ein anderes, welches die Eigenschaft, die äussere Luft zu erwärmen in geringerem Maasse besitzt, weil es derselben eine weniger grosse Berührungsfläche darbietet. Es ist mir nicht undenkbar, dass in dieser Eigenschaft zwischen den Stoffen Unterschiede bestehen, die so bedeutend sind, dass ein Stoff grössere Luftmengen stärker zu erwärmen vermag als ein anderer nur kleinere, so dass ersterer selbst bei grösserem Luftwechsel wärmer erscheint als letzterer. Dann ist der Fall gegeben, dass der porösere Stoff zugleich auch der wärmere ist. Das Verhalten der Watte illustrirt die Möglichkeit dieser Annahme auf's Treffendste.

Wir haben bisher schon einige Eigenschaften der Kleidung kennen gelernt, welche deren Fähigkeit, warm zu halten, beeinflussen. Dieselben sind jedoch damit noch keineswegs erschöpft. Es liegt nicht in meiner Absicht, hier auf diejenigen Eigenschaften der Kleidungsstoffe einzugehen, welche zu der Wasseraufnahme und Wasserverdunstung in Beziehung stehen, ich möchte aber noch einige Eigenthümlichkeiten und Unterschiede der trockenen

Stoffe in der oben bezeichneten Richtung erörtern, weil ich sie ebenfalls für bedeutungsvoll für die Erklärung der Functionsweise der Kleidung halte, soweit sie die Wärmeverhältnisse des Körpers unter der gegebenen Voraussetzung betrifft.

Krieger[1]) hat schon bemerkt, dass die Behinderung, welche die Wärmeabgabe vom Körper erfährt, in sehr vielen Fällen nicht ausreichen würde, um den Wärmeverlust in genügender Weise zu verhüten, wenn die Kleider, wie dies bei den Versuchen der Fall war, dem Körper straff anliegen würden. Wir würden unter allen Umständen bei einigermaassen kühler oder kalter Witterung ein empfindliches Kältegefühl verspüren. In der That sind auch die Verhältnisse beim bekleideten Körper anders gelagert als bei den Versuchen; denn die Kleider liegen der Haut grösstentheils nur ganz lose an, es findet sich eine mehr oder minder dicke Luftschichte zwischen beiden.

Krieger hat, um die Grösse des Einflusses, welchen diese Luftschicht auf die Wärmeabgabe ausübt, kennen zu lernen, Versuche angestellt, wobei er den Cylinder das eine Mal mit zwei Lagen desselben Stoffes bekleidete, welche der Oberfläche eng anlagen und dann die Umhüllung ein zweites Mal derart änderte, dass die zweite Lage des Stoffes nur lose um die erste geschlungen wurde, so dass eine Distanz von ½—1 cm zwischen der ersten und zweiten Lage war. Es ergab sich dabei, dass die Wärmeabgabe im letzteren Falle eine ganz erhebliche Verlangsamung erfuhr.

Ich habe diese Versuche mit einigen Modificationen wiederholt, indem ich statt zwei Lagen Stoff nur eine nahm. Diese wurde jedoch über ein Gestell aus starkem Draht gespannt, welches aus 4 Längsstücken bestand, die durch 3 Querstangen zu einem cylindrischen Ganzen von etwas grösserem Durchmesser als der des Cylinders verbunden waren. Dieses Gestell wurde so über dem Cylinder befestigt, dass der Stoff etwa ½ cm von der Cylinderoberfläche entfernt blieb. Oben und unten wurde ebenfalls ein Stück Zeug angebracht, das Boden und Deckel des

1) a. a. O.

Cylinders bedeckte und den Raum zwischen Cylinder und Stoff unten und oben überbrückte. Im Uebrigen wurden die Versuche wie die früheren ausgeführt. Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6.

	Abkühlung des Wassers im Cylinder in 40 Min. um ° C.	% Hemmung der Wärmeabgabe		Differenz
		Bei eingeschalteter Luftschicht	ohne Luftschicht (Tab. 2)	
Unbekleideter Cylinder . .	10,2	—	—	—
Leinwand	7,3	28,4	3,9	24,5 %
Shirting	7,15	29,0	6,4	22,6
Seidenstoff	7,33	28,1	7,9	20,2
Flanell	6,7	34,3	18,4	15,9
Jäger's Normalstoff, dickerer	6,93	32,0	20,0	12,0

Ausserdem machte ich noch ein Paar Versuche, bei welchen zwischen dem Cylinder und dem aussen befindlichen über das Gestell gespannten Stoff, dem Cylinder straff anliegend ein zweiter Stoff eingeschaltet war. S. folgende Tabelle.

Tabelle 7.

	Abkühlung des Wassers im Cylinder in 40 Minuten um ° C.	Procentische Hemmung der Wärmeabgabe
Innen Leinwand, aussen Flanell	6,42	37,0
Innen Flanell, aussen Leinwand	6,52	36,0
Innen Flanell, aussen Satin .	6,25	38,8

Diese Versuche zeigen, welch' bedeutenden Einfluss die eingeschaltete Luftschicht ausübt. Während bei den Versuchen mit dicht anliegenden Stoffen eine Hemmung der Wärmeabgabe bei dem gleichen Material um nur 4—20 % eintrat, erreicht sie hier die Höhe von 28—34 %. Ganz übereinstimmend damit fand Krieger eine Behinderung auf 29—36 %. Zu noch höheren Werthen kam Hiller[1]), indem er versuchsweise den Einfluss

1) Deutsche militärärztl. Zeitschrift 1885.

der militärischen Kleidung auf die Wärmeabgabe prüfte, wobei er eine mit warmem Wasser gefüllte Glasflasche mit Hemd und Waffenrock (dunkelblaues Soldatentuch und Leinwandfütterung) lose bekleidete und dann die Abkühlung beobachtete. Er erhielt dabei eine Verzögerung der Abkühlung gegenüber der nackten Flasche um 66,9 % oder auf etwa 1/3, so dass also die Wärmeabgabe ungefähr um das Dreifache langsamer vor sich ging, als ohne Bekleidung.

Auffallend sind bei diesen letzten Versuchen von mir die geringen Unterschiede, welche zwischen den verschiedenen Stoffen zu Tage treten, so dass es fast den Anschein gewinnen könnte, als sei es gleichgültig, mit welchem Stoff wir unsere Haut zunächst umgeben. Dem widerspricht aber die Erfahrung, welche lehrt, dass wir in einem wollenen Hemde viel mehr das Gefühl von Wärme haben, als in einem solchen von Leinwand, Shirting oder Seide. Wir müssen uns daher um eine Erklärung dieser Incongruenz der Versuchsresultate mit der Erfahrung umsehen. Diese scheint mir ihren Grund in der verschiedenen Oberflächenbeschaffenheit und Elasticität der in Rede stehenden Stoffe zu haben. Die Wollstoffe besitzen einen beträchtlichen Grad von Elasticität und sind ausserdem an ihrer Oberfläche dicht mit äusserst feinen Härchen besetzt, die ebenfalls so elastisch sind, dass sie, wenn sie niedergedrückt werden, wieder aufstehen, sobald der Druck aufhört. Deshalb legt sich die Wolle nie so unmittelbar an die Haut an, wie die glatten und unelastischen Leinwand, Shirting und Seidenstoff. Es bleibt überall ein gewisser Luftraum zwischen Haut und Wolle, der bei den anderen Geweben fehlt, oder nur in viel geringerem Maasse vorhanden ist. Die Wirkung der eben erwähnten Verschiedenheit der physikalischen Eigenschaften der betreffenden Stoffe lässt sich, wie ich glaube, auch aus den Versuchen erkennen, wenn man einen Blick auf die vierte Zahlenreihe der Tabelle 6 wirft. Es zeigt sich dort, dass die Differenz in der Hemmung der Wärmeabgabe zwischen den Versuchen mit und ohne absichtlich eingeschaltete Luftschicht wesentlich grösser ist bei Leinwand, Shirting und Seide als bei den beiden Wollstoffen. Es dürfte dies, zum Theil wenigstens,

doch von der innigeren Berührung der ersteren mit der Cylinderwandung bei den Versuchen ohne eingeschaltete Luftschicht herrühren.

In dem Umstande, dass eine directe Berührung zwischen Hemd und Haut verhindert und eine intermediäre Luftschichte geschaffen wird, erblicke ich auch das wirksame Moment der weitmaschigen Netze, die jetzt vielfach auf dem blossen Oberkörper unter dem Hemde getragen werden und welchen von den Trägern meist nachgerühmt wird, wie warm sie halten.

Dagegen könnte man in der Thatsache, dass man unwillkürlich die Kleider fester um den Leib zieht, wenn man friert, einen Widerspruch erblicken mit der eben behaupteten Bedeutung einer Luftschicht zwischen Haut und Kleidern. Eine solche Deutung wäre aber irrthümlich. Der Grund, warum wir die Kleider enger um den Körper ziehen, liegt darin, dass wir den aufsteigenden Luftstrom, der in weiterer Kleidung viel ausgiebiger zwischen Haut und Kleidern emporfliesst, zu mässigen suchen. Diese grössere Intensität des aufsteigenden Luftstroms bewirkt ja eben, dass ein weites Kleid kühler ist als ein enges, und dies erklärt auch die weite Kleidung der Orientalen. Andererseits haben wir in der Erfahrung, wie kalt enge Schuhe und Handschuhe sind, einen Beweis für die Wirkung der Haut knapp anliegender Kleidungsstücke.

Ich möchte es nicht unterlassen, hier noch einmal ausdrücklich zu betonen, dass alle in dieser Arbeit enthaltenen Ausführungen über die Functionsweise der Kleidung nur Geltung haben für die trockene Haut und die trockenen Kleider, d. h. so lange das Wasser von der Haut in gasförmigem Zustand abgeschieden wird. Es ist damit die Function der Kleidung keineswegs erschöpft, im Gegentheil spielt das Verhalten der Kleider gegenüber der Abgabe tropfbar flüssigen Wassers und der Verdunstung eine hervorragende Rolle in der Bekleidungsfrage. Allein diese Verhältnisse haben keinen Bezug zu dem eigentlichen Thema, welches uns hier beschäftigt, und ich habe daher keine Ursache, darauf weiter einzugehen.

Dagegen möchte ich der Frage, ob durch die Kleidung Wärme für den Organismus gespart wird oder nicht, noch etwas näher treten. Es erscheint mir dies deshalb von Belang zu sein, weil in jüngster Zeit R. Geigel[1]) aus den Ergebnissen einiger von ihm ausgeführter Versuchsreihen den Schluss gezogen hat, dass durch die Kleidung eine irgend relevante Wärmeersparniss nicht erzielt wird und dass nicht die Absicht, Wärme zu sparen und infolgedessen einen geringeren Verbrauch von Nährstoffen zu erzielen den Menschen zur Kleidung geführt hat, und ihn auch heute noch dazu drängt, sondern das Gefühl von Kälte und Wärme, von Behagen und Unbehagen, je nachdem die Haut unbekleidet oder bekleidet ist. Geigel sagt wörtlich[2]): »Ja, der Mensch gibt bekleidet und unbekleidet ceteris paribus das eine wie das andere Mal durch seine Haut die gleiche Wärmemenge ab; aber das eine Mal ist, eben damit dies geschieht, seine Haut warm, von Blut reich durchströmt, das andere Mal zu gleichem Zwecke blutleer, kalt. Dass nun der erste Zustand dem Menschen behaglich, angenehm ist, dass er ihn infolgedessen herbeizuführen sucht und den entgegengesetzten als einen unangenehmen meidet, das weist direct darauf hin, dass der erstere zugleich der für seinen Organismus zweckmässigere, der gesündere, ist. Dass der Zustand der äusseren Haut bezüglich Temperatur, Blutfülle und Ernährung für den Gesammtorganismus durchaus nicht gleichgültig sein kann, liegt auf der Hand, wenn man die Function der Haut als secretorischen Organes, als eines Reservoirs für einen grossen Theil des Blutes, wenn man ihre innige reflectorische Verbindung z. B. mit dem Vagus bedenkt. In dieser Beziehung nützen dem Körper die automatischen Wärmeregulatoren schlechterdings nichts, ihre Aufgabe besteht bloss darin, die Wärmeabgabe entsprechend der Wärmeproduction zu regeln. In dem Erhalten resp. Schaffen eines solchen Zustandes der Haut, wie er sich in den oben bezeichneten und vielleicht noch anderen Beziehungen dem Gesammtorganismus nützlich erweist, sowie in der zeitweiligen Entlastung der Vasomotoren der Haut,

1) Archiv f. Hygiene Bd. 2 S. 318–334.
2) a. a. O. S. 333.

denen ein Theil ihrer Arbeit abgenommen wird, suche ich den eigentlichen hygienischen Zweck und Vortheil der Kleidung.«

Es liegt mir ferne zu bestreiten, dass das Bestreben, sich Schutz vor den durch die Einwirkung der Kälte auf die Haut hervorgebrachten unangenehmen Empfindungen zu verschaffen, der ursprüngliche Beweggrund war, welcher den Menschen dazu führte, sich zu bekleiden, und ich erkenne die Anschauung Geigel's hinsichtlich des bedeutungsvollen Einflusses der Kleidung auf den Zustand der Haut und dessen Rückwirkung auf den Gesammtorganismus, namentlich auch bezüglich der Entlastung der Vasomotoren der Haut als vollkommen berechtigt an, allein den weiteren Schluss, dass durch die Kleidung keine nennenswerthe Wärmeersparung bewirkt werde, kann ich, wenigstens in dieser Allgemeinheit, durch die Versuche von Geigel nicht als bewiesen ansehen.

Es soll ja nicht bezweifelt werden, dass die Haut vermöge ihrer regulatorischen Eigenschaften die Fähigkeit hat, die Wärmeabgabe innerhalb gewisser Grenzen mit der Wärmeproduction zu bilanziren, und es ist immerhin möglich, dass diese Grenzen relativ weite sind; denn nach Winternitz[1]) kann die Wärmeabgabe von der Haut durch Veränderung in der Blutvertheilung um mehr als 60 % nach abwärts und um mehr als 92 % nach aufwärts schwanken. Allein, dass die Regulatoren der Wärmeabgabe in der Haut nicht in allen Fällen ausreichen, um einen die Norm übersteigenden Wärmeverlust zu verhüten, wird doch durch gewichtige Thatsachen bewiesen. In diesen Fällen kann entweder durch vermehrte Wärmeproduction der Ausfall ausgeglichen werden; aber man hat dann einen Verlust von Spannkräften, welche entweder durch vermehrte Nahrungszufuhr oder durch Abgabe von Körpersubstanz gedeckt werden müssen, oder aber es erfolgt ein Sinken der Körpertemperatur, welche selbst zum Tode führen kann. Unter diesen Umständen lässt sich jedoch durch ein Bekleiden des Körpers der übermässige Wärme-

1) Medicinische Jahrbücher, herausgegeben von der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien, red. v. S. Stricker. Jahrgang 1871 S. 1.

verlust verhindern, und es wird so direct Wärme und damit auch Stoff erspart.

Ich werde im Folgenden einige diesbezügliche Thatsachen anführen:

Es ist bekannt, dass Thiere, bei welchen man die Haut mit Firniss überzogen hat, unter fortwährendem Sinken ihrer Eigenwärme zu Grunde gehen, und es unterliegt nach den Untersuchungen von Laschkewitsch[1]) keinem Zweifel mehr, dass der Tod durch Erfrieren infolge von vermehrter Wärmeabgabe erfolgt. Laschkewitsch hat nämlich unter Anderem auch gezeigt, dass, wenn man den Wärmeverlust herabsetzt, indem man die Thiere gleich nach dem Firnissen in Baumwolle einwickelt, sich keine krankhaften Erscheinungen einstellen, sondern die Thiere ganz munter bleiben und so lange leben, als sie die erwähnte Umhüllung tragen. Dass es aber lediglich die Verminderung der Wärmeabgabe vom Körper ist, wodurch die Baumwolle wirkt, ergibt sich aus dem Umstand, dass gefirnisste Thiere gleichfalls gesund und am Leben bleiben, wenn man sie in einem warmen Raum hält.

Von grosser Wichtigkeit für unsere Frage sind ferner die Versuche, welche an Thieren hinsichtlich der Wirkung des Scheerens des Pelzes angestellt worden sind. So fand Weiske[2]) bei verschiedenen Untersuchungen, dass geschorene Schafe bei gleicher Ernährung viel weniger Körpersubstanz aus dem Futter anzusetzen vermögen, als ungeschorene, weil nach Entfernung der gegen zu starke Wärmeabgabe schützenden Haardecke behufs Bildung der nothwendigen Körperwärme ein Theil des Futters für die Production von Fleisch, Fett oder dergleichen verloren geht. Bei einem derartigen Versuche ergab sich z. B., dass bei ganz gleicher Fütterung die öfter geschorenen Hammel im Laufe eines Jahres 12,5 Pfund Lebendgewicht weniger gebildet hatten als die nicht geschorenen. Nicht mindere Beachtung verdienen die Untersuchungen von Richet[3]). Derselbe brachte zwei

1) Archiv f. Anatomie u. Physiologie 1868 S. 61.

2) Journal f. Landwirthschaft 1875 S. 306 u. 1882 S. 253.

3) M. C. Richet, La temperature des mammifères et des oiseaux. Revue scientifique 1884. 2me semestre No. 10 6. Sept. 1884 p. 298.

Kaninchen in ein Zimmer mit ziemlich constanter Temperatur zwischen 12—15 °. Das eine Kaninchen war geschoren, und man gebrauchte sogar die Vorsicht, es alle 2—3 Tage frisch zu scheeren, weil der so geschorene Pelz ungemein rasch wächst. Die beiden Kaninchen zeigten darauf folgende Körpertemperaturen:

	Geschorenes Kaninchen	Normales Kaninchen	Differenz zu Gunsten des normalen:
10. April	39,1	39,8	0,7
11. „	39,3	39,65	0,35
12. „	39,0	39,55	0,55
13. „	39,3	39,45	0,15
14. „	39,3	39,7	0,4
15. „	39,1	39,65	0,55
16. „	39,5	39,8	0,3
17. „	39,2	39,8	0,6
18. „	39,0	39,3	0,3
19. „	39,3	39,8	0,5
20. „	38,7	39,6	0,9
Mittel	39,16	39,64	0,48

Die Differenz beträgt also etwa ½ °.

Dieselben zwei Kaninchen wurden hierauf einer niedrigeren Temperatur ausgesetzt, worauf sich das geschorene Kaninchen rasch abkühlte, wie die folgenden Zahlen zeigen:

	Geschorenes Kaninchen	Normales Kaninchen	Differenz zu Gunsten des normalen:
21. April	38,4	39,7	1,3
22. „	39,1	39,6	0,5
23. „	37,2	39,8	2,6
28. „	26,0	39,7	13,7
29. „	Tod.		

Es geht daraus hervor, dass das geschorene Kaninchen langsam und allmählich infolge der Kälte gestorben ist. Es hatte zwar bis zum 21. April Widerstand geleistet, aber von diesem Augenblick an ist es der intensiven Abkühlung, die es erfuhr, erlegen.

Auch bei anderen geschorenen Kaninchen ergaben sich beim Vergleich mit intacten Kaninchen Zahlen, aus welchen das constante Höhersein der Temperatur der Nichtgeschorenen gegenüber jener der Geschorenen hervorgeht. Die durchschnittliche Differenz betrug 0,6 °.

Es wurde aber ferner constatirt, dass das geschorene Kaninchen, auch wenn man ihm ganz enorme Mengen von Nahrungsmitteln gab, nichts davon übrig liess und sich nicht satt fressen konnte.

Im Folgenden sind die Gewichte der beiden Thiere nebst den Mengen von Futter (Kohl), welche sie verzehrten, angeführt:

Datum	Gewicht der Thiere		Nahrung	
	geschorenes	ungeschorenes	des geschorenen	des ungeschorenen
	g	g	g	g
8. April	2345	1812	800	671
11. „	—	—	800	622
13. „	—	—	—	—
14. „	2380	1865	1000	793
15. „	—	—	1580	620
16. „	—	—	1000	870
17. „	—	—	1000	878
18. „	—	—	1000	854
20. „	—	—	1000	640
22. „	2165	2060	1000	840
23. „	—	—	1000	860
24. „	2078	2025	—	—
28. „	1968	2125	—	—
29. „	1917 (Tod)	2205	—	—

Es hatte also das geschorene Kaninchen vom 8.—28. April um 377 g an Gewicht abgenommen, während das ungeschorene um 313 g zugenommen hatte.

Richet sagt daher: »Es folgt aus diesen Angaben, dass ein geschorenes Kaninchen unter sonst ganz gleichen Verhältnissen eine um etwa ½ ° niedrigere Temperatur besitzt als ein ungeschorenes. Trotzdem muss es viel mehr Nahrung zu sich nehmen und trotz dieser reichlicheren Ernährung nimmt es nicht an Gewicht zu. Im Gegentheil verliert das geschorene Kaninchen fortwährend an Gewicht, während ein ungeschorenes unter den

gleichen Bedingungen stets zunimmt. Es rührt diess daher, dass ein geschorenes Kaninchen einen ungemein grossen Verlust von Wärme, d. h. von Spannkräften erleidet, und durch eben diese Thatsache ist es gezwungen, dieses Plus von Spannkräften aus seinen Nahrungsmitteln zu entnehmen. Allein trotz dieser viel reichlicheren Ernährung überwiegt der Verlust den Gewinn.«

Richet hat aber auch noch einen anderen sehr lehrreichen Versuch angestellt, aus welchem die vermehrte Wärmeabgabe des geschorenen Kaninchens direct erschlossen wurde. Er sagt darüber: »Dass die Wärmeabgabe von einem geschorenen Kaninchen bedeutend grösser ist, als die von einem nicht geschorenen, ist a priori verständlich und man kann sich durch das blosse Berühren beider davon überzeugen; aber wir haben diese Thatsache in viel wissenschaftlicherer Weise constatiren können, indem wir mittels Halbkugeln aus Kupfer ihre strahlende Wärme auffingen. Man kann auf diese Weise die Wärmestrahlen in einem Brennpunkt vereinigen, und dieser Brennpunkt kann z. B. die Kugel eines Leslie'schen Thermometers sein. Man vergleicht so die Ausstrahlung des einen und des anderen Kaninchens, indem man das Steigen der Weingeistsäule, welche im Leslie'schen Thermometer unter der Luftschichte liegt, beobachtet.

Indem wir so verfuhren, sahen wir, dass einmal am ersten Tag ein normales Kaninchen eine Deviation des Thermometers um 4,5 ° hervorbrachte, ein geschorenes dagegen um 8,5 °. Am folgenden Tag erzeugte ein normales Kaninchen eine Deviation von 3,5 ° und ein geschorenes von 7,5 °«.

Ueberblickt man alle die angeführten aus Thierexperimenten direct sich ergebenden Thatsachen, so kann danach kein Zweifel mehr darüber bestehen, dass durch die Bekleidung nicht bloss Wärme, sondern auch Ernährungsmaterial erspart wird. Allerdings haben in den erwähnten Versuchen die Kleidungsstoffe oder die Rohmaterialien, aus welchen sie hergestellt werden, selbst grösstentheils keine Verwendung gefunden, sondern es war in den meisten Fällen der thierische Pelz das Untersuchungsobject, allein es bildet dies für unsere Frage keinen principiellen Unterschied; denn die Thierpelze werden ja selbst zur Bekleidung des Menschen benützt.

Uebrigens lassen sich ausser den erwähnten Thatsachen noch weitere beibringen, aus welchen erschlossen werden kann, dass die Grösse der Wärmeersparung auch durch Kleidungsstoffe keineswegs gering ist. Um nur eine anzuführen, sei darauf hingewiesen, dass es Tscheschichin[1]) gelungen ist, bei Thieren, welchen er das Rückenmark durchschnitten hatte, wodurch eine Lähmung sämmtlicher vasomotorischer Nerven eintritt und somit der periphere Kreislauf ad maximum entwickelt ist, so dass durch vermehrte Wärmeabgabe die Körpertemperatur rasch bis zum Tode des Thieres sinkt, durch Einhüllen des thierischen Körpers in Baumwolle das Sinken der Körpertemperatur zu verzögern oder ihm vorzubeugen.

Ich will gewiss nicht bestreiten, dass das Wärme- und Kältegefühl die Wahl der Kleidung bestimmen, insoferne sie uns den Maasstab für deren grössere oder geringere Dicke abgeben, ich wollte nur nachweisen, dass Geigel an seine Versuche einen Schluss geknüpft hat, der viel zu weit geht und zu welchem seine Versuche auch aus dem Grunde nicht berechtigen, weil sie bei relativ viel zu hohen Aussentemperaturen (15—20 ° C.) ausgeführt sind. Nur wenn nachgewiesen wäre, dass auch bei niedrigem Stand der Temperatur der Aussenluft das gleiche Verhältnis statthat, wie bei dem höheren, nämlich, dass die Grösse der Wärmeabgabe gleich bleibt, ob ein Körpertheil bekleidet ist oder nicht, wäre der Schluss zulässig, dass durch die Kleidung eine Ersparung von Körperwärme nicht bewirkt wird. Dass aber dieser Nachweis nicht gelingen wird, dafür bürgt die Thatsache, dass wir durch eine wärmere Kleidung im Stande sind, uns vor dem Erfrieren zu schützen. Wenn, was wohl nicht bestritten werden kann, der Erfrierungstod dadurch eintritt, dass durch zu grosse Wärmeabgabe die Körpertemperatur bis zu einem Grade sinkt, dass die normalen Functionen lebenswichtiger Organe nicht mehr möglich sind, so kann die Wirkung der Kleidung, die das Erfrieren verhindert, nur darin bestehen, dass sie die Wärmeabgabe vom Körper in engeren Grenzen hält, d. i. Wärme erspart.

1) Archiv für Anat. u. Physiol. 1866 S. 151.

In neuester Zeit hat Hiller[1]) äusserst interessante Untersuchungen veröffentlicht, welche die wärmeaufspeichernde Wirkung der Kleidung am Menschen direct darthun. Hiller fand, dass unter gewissen Umständen infolge von vermehrter Wärmeproduction durch körperliche Kraftleistungen die Körpertemperatur ganz beträchtliche Steigerungen erfährt und dass der Grad der Erhöhung der Körpertemperatur unter sonst gleichen Verhältnissen ganz wesentlich von der Art der Bekleidung abhängig ist, so zwar, dass bei stärkerer Bekleidung die Eigenwärme eine höhere wurde, als bei leichterer. Es lässt sich diese Beobachtung nicht anders erklären, als in der Weise, dass in dem ersteren Falle grössere Wärmemengen im Körper zurückgehalten wurden, weil sie, gehindert durch die stärkere Bekleidung, nicht nach aussen entweichen konnten. Aber auch schon bei leichterer Bekleidung entsteht ein Missverhältnis zwischen Wärmeproduction und Wärmeabgabe. Es wird Wärme im Körper zurückgehalten und zwar unzweifelhaft durch die Vermittelung der Kleidung. Denn wenn die Steigerung der Körpertemperatur von anderen Factoren abhängig wäre, so liesse sich nicht einsehen, warum sie gerade bei dickerer Bekleidung in erhöhtem Maasse sich einstellte.

Während somit aus den früher angeführten Untersuchungen die Ersparung von Wärme durch die Kleidung vornehmlich daraus erschlossen wurde, dass sie die Abnahme der Körpertemperatur verhindert, sehen wir in den Hiller'schen Versuchen eine positive Wirkung zu Tage treten, nämlich eine Erhöhung der Eigenwärme des Körpers durch Hemmung der Wärmeabgabe seitens der Kleidung. In beiden Fällen sind die Wärmeregulirungsvorrichtungen des Körpers nicht mehr im Stande, die Bilanz zwischen Wärmeproduction und Wärmeabgabe herzustellen, aber hier wie dort bewirkt die Kleidung eine Verminderung der Wärmeabgabe, die in dem einen Falle den zu grossen Verlust von Wärme hintanhält, in dem anderen aber direct zur übermässigen Aufspeicherung von Wärme führt.

1) Weitere Beiträge zur Kenntnis der Wärmeökonomie des Infanteristen auf dem Marsche etc. Militärärztliche Zeitschrift 1886 Heft 7, 8 u. 9.

Anhang.

I. (Zu Seite 15.)

Die angeführten Zahlen bedeuten die beobachtete Temperaturabnahme in Zwischenräumen von je 5 Minuten.

Unbekleideter Cylinder.

Aussentemperatur zu Beginn	38,2°	Aussentemperatur = 5,3° .	38,3°
des Versuches = 5,2° .	36,65		36,8
	35,2		35,35
	33,8		33,85
	32,55		32,6
	31,35		31,35
	30,2		30,2
Aussentemperatur am Ende	29,15		29,2
des Versuches = 5,4° .	28,2	Aussentemperatur = 5,3° .	28,2
	10,0°		10,1°

Aussentemperatur = 5,4° .	38,4°	Aussentemperatur = 6,1° .	39,1°
	36,9		37,55
	35,4		36,1
	34,0		34,8
	32,7		33,5
	31,5		32,3
	30,35		31,1
	29,35		30,0
Aussentemperatur = 5,4° .	28,35	Aussentemperatur = 6,1° .	29,05
	10,05°		10,05°

Aussentemperatur = 6,2° .	39,0°	Aussentemperatur = 8,5° .	41,5°
	37,5		40,0
	—		38,5
	34,75		37,15
	33,5		35,85
	32,3		34,65
	31,15		33,5
	30,05		32,4
Aussentemperatur = 6,2° .	29,05	Aussentemperatur = 8,5° .	31,35
	9,95		10,15°

A.-T. = 8,7°.	41,7°	A.-T. = 9,2°.	42,2°	A.-T. = 9,6°.	42,6°
	40,15		40,7		41,1
	38,7		39,2		39,65
	37,35		37,8		38,25
	36,05		36,5		36,9
	34,9		35,3		35,7
	33,75		34,15		34,6
	32,7		33,1		33,55
A.-T. = 8,8°.	31,65	A.-T. = 9,2°.	32,1	A.-T. = 9,6°.	32,5
	10,05°		10,1°		10,1°

A.-T. = 9,9°.	42,9°	A.-T. = 10,1°	43,1°	A.-T. = 10,3°	43,3°
	41,25		41,5		41,8
	39,95		40,0		40,35
	38,6		38,6		38,95
	37,3		37,25		37,6
	36,1		36,05		36,35
	34,9		34,9		35,2
	33,8		33,8		34,1
A.-T. = 9,9°.	32,8	A.-T. = 10,3°	32,7	A.-T. = 10,3°	33,0
	10,1°		10,4°		10,3

A.-T. = 10,3°	43,3°	A.-T. = 10,3°	43,3°	A.-T. = 11,2°	44,2°
	41,75		41,75		42,75
	40,35		40,3		41,3
	38,95		38,85		39,95
	37,65		37,5		38,6
	36,4		36,25		37,3
	35,3		35,1		36,05
	34,2		33,95		34,9
A.-T. = 10,4°	33,15	A.-T. = 10,3°	32,9	A.-T. = 11,2°	33,8
	10,15°		10,4°		10,4°

A.-T. = 11,4°	44,4°	A.-T. = 11,6°	44,6°	A.-T. = 12,6°	45,6°
	42,9		—		44,05
	41,5		41,65		42,55
	40,15		40,3		41,2
	38,8		38,95		39,9
	37,55		37,7		38,6
	36,3		36,45		37,5
	35,15		35,3		36,4
A.-T. = 11,4°	34,1	A.-T. = 11,6°	34,2	A.-T. = 12,6°	35,4
	10,3°		10,4°		10,2°

A.-T. = 13,7°	46,7°	A.-T. = 13,9°	46,9°
	45,15		45,35
	43,65		43,85
	42,25		42,45
	40,9		41,15
	39,6		39,9
	38,4		38,7
	37,3		37,55
A.-T. = 13,8°	36,3	A.-T. = 14,0°	36,5
	10,4°		10,4°

Leinwand, einfache Lage.

A.-T. = 10,6°	43,6°	A.-T. = 10,7°	43,7°	A.-T. = 10,8°	43,8°
	42,2		42,3		42,3
	—		40,85		40,95
	39,5		39,55		39,6
	38,3		38,3		38,35
	37,1		37,1		37,1
	36,0		35,95		35,95
	34,95		34,9		34,9
A.-T. = 10,6°	33,9	A.-T. = 10,7°	33,9	A.-T. = 10,8°	33,9
	9,7°		9,8°		9,9°

Shirting, einfache Lage.

A.-T. = 7,1° .	40,1°	A.-T. = 7,8° .	40,3°	A.-T. = 8,2° .	41,2°
	38,6		—		39,75
	37,25		37,55		—
	36,0		36,3		37,0
	34,75		35,15		35,85
	33,6		34,0		34,7
	32,5		32,9		33,6
	31,5		31,9		32,55
A.-T. = 7,1° .	30,5	A.-T. = 7,8° .	30,9	A.-T. = 8,2° .	31,55
	9,6°		9,4°		9,65°

Seidenstoff, einfache Lage.

A.-T. = 7,0° .	40,0°	A.-T. = 7,2° .	40,2	A.-T. = 7,2° .	40,2°
	38,6		38,8		38,75
	—		37,45		37,4
	35,95		36,2		36,2
	34,75		35,0		35,0
	33,6		33,85		33,9
	32,5		32,8		32,8
	31,5		31,75		31,8
A.-T. = 7,0° .	30,5	A.-T. = 7,2° .	30,85	A.-T. = 7,2° .	30,85
	9,5°		9,35°		9,35°

Flanell, einfache Lage.

A.-T. = 8,3° .	41,3°	A.-T. = 8,5° .	41,5°	A.-T. = 8,7° .	41,7°
	40,1		40,3		—
	38,95		39,1		39,3
	37,85		38,0		38,1
	36,8		36,95		37,1
	35,85		35,95		36,1
	34,85		—		35,1
	33,95		34,1		34,2
A.-T. = 8,3° .	33,05	A.-T. = 8,5° .	33,2	A.-T. = 8,7° .	33,25
	8,25°		8,3°		8,45°

Leinwand, doppelte Lage.

A.-T. = 11,2°	44,2°	A.-T. = 11,5°	44,5°	A.-T. = 11,6°	44,6°
	—		43,15		43,2
	41,5		41,8		41,85
	40,15		40,5		40,6
	38,9		39,2		39,4
	37,8		38,1		38,3
	36,75		37,0		37,25
	35,8		36,0		36,2
A.-T. = 11.2°	34,8	A.-T. = 11,5°	35,05	A.-T. = 11,6°	35,25
	9,4°		9,45°		9,35°

Shirting, doppelte Lage.

A.-T. = 12,9°	45,9°	A.-T. = 12,9°	45,9°	A.-T. = 16,4°	49,4°
	44,6		44,6		48,05
	43,35		43,3		—
	42,1		42,1		45,6
	41,0		41,0		44,5
	39,9		39,95		43,4
	38,85		—		42,4
	37,9		38,0		41,4
A.-T. = 12,9°	36,9	A.-T. = 12,9°	37,05	A.-T. = 16,4°	40,45
	9,0°		8,85°		8,95°

Seidenstoff, doppelte Lage.

A.-T. = 11,2°	44,2°	A.-T. = 11,4°	44,4°	A.-T. = 11,5°	44,5°
	42,85		43,1		43,2
	41,6		41,8		41,85
	40,35		40,6		40,65
	—		39,5		39,5
	38,1		38,4		38,4
	37,05		37,35		37,35
	36,1		36,4		36,35
A.-T. = 11,2°	35,1	A.-T. = 11,4°	35,4	A.-T. = 11,4°	35,4
	9,1°		9,0°		9,1°

Flanell, doppelte Lage.

A.-T.=15,0°	48,0°	A.-T.=15,1°	48,1°	A.-T.=16,2°	49,2°	A.-T.=16,4°	49,4°
	—		—		48,15		48,3
	46,0		46,1		47,15		47,3
	45,05		45,1		46,2		46,4
	44,15		44,2		45,3		45,4
	43,3		43,3		44,45		44,55
	42,45		42,45		43,6		43,75
	41,65		41,65		42,8		42,9
A.-T.=15,2°	40,9	A.-T.=15,1°	40,8	A.-T.=16,4°	42,0	A.-T.=16,2°	42,1
	7,1°		7,3°		7,2°		7,3°

Leinwand, siebenfache Lage.

A.-T. = 15,4°	48,4°	A.-T. = 15,9°	48,9°	A.-T. = 16,0°	49,0°
	47,1		47,7		47,7
	45,9		46,5		46,45
	44,8		45,4		45,3
	43,75		44,35		44,25
	42,75		43,35		43,25
	41,8		42,4		42,25
	40,9		41,5		41,4
A.-T. = 15,4°	40,1	A.-T. = 15,9°	40,6	A.-T. = 15,9°	40,5
	8,3°		8,3°		8,5°

Kammgarnstoff (Sommerstoff).

A.-T. = 7,0°.	40,0°	A.-T. = 7,2°.	40,2°	A.-T. = 7,2°.	40,2°
	38,6		38,8		38,75
	—		37,45		37,4
	35,95		36,2		36,2
	34,75		35,0		35,0
	33,6		33,85		33,9
	32,5		32,8		32,8
	31,5		31,75		31,8
A.-T. = 7,0°.	30,5	A.-T. = 7,2°.	30,85	A.-T. = 7,2°.	30,85
	9,5°		9,35°		9,35°

Satin.

A.-T. = 5,3°.	38,3°	A.-T. = 5,6°.	38,6°	A.-T. = 6,2°.	39,2°
	37,05		37,35		37,85
	35,9		36,15		36,7
	34,75		35,05		35,55
	33,7		34,0		34,5
	32,65		33,0		—
	31,65		32,0		32,55
	30,7		31,05		31,6
A.-T. = 5,3°.	29,75	A.-T. = 5,6°.	30,1	A.-T. = 6,2°.	30,65
	8,55°		8,5°		8,55°

Cheviot.

A.-T. = 5,0° .	38,0°	A.-T. = 5,3° .	38,3°	A.-T. = 5,3° .	38,3°
	36,9		37,2		37,2
	35,85		36,1		36,15
	34,8		35,1		35,1
	33,85		34,1		34,15
	32,9		33,15		33,2
	32,0		32,2		32,25
	31,1		31,3		31,4
A.-T. = 5,3° .	30,2	A.-T. = 5,3° .	30,45	A.-T. = 5,5° .	30,5
	7,8°		7,85°		7,8°

Winterbockskin.

A.-T. = 5,1° .	38,1°	A.-T. = 5,3° .	38,3°	A.-T. = 5,4° .	38,4°
	37,0		37,2		37,3
	36,0		36,2		36,3
	35,0		35,2		35,3
	34,1		34,3		34,4
	33,15		33,4		33,5
	32,25		32,55		32,6
	31,4		31,7		31,75
A.-T. = 5,4° .	30,6	A.-T. = 5,3° .	30,9	A.-T. = 5,6° .	30,9
	7,5°		7,4°		7,5°

Winterpaletotstoff.

A.-T. = 5,0° .	38,0°	A.-T. = 5,2° .	38,2°	A.-T. = 5,4° .	38,4°
	37,05		37,2		37,45
	36,1		—		36,5
	35,25		35,4		35,6
	34,4		34,5		34,7
	33,55		33,65		33,9
	32,75		32,85		33,05
	31,95		32,05		32,3
A.-T. = 5,3° .	31,2	A.-T. = 5,2° .	31,3	A.-T. = 5,4° .	31,5
	6,8°		6,9		6,9°

Glacéhandschuhleder.

A.-T. = 4,8° .	37,8°	A.-T. = 4,8° .	37,8°	A.-T. = 5,6° .	38,6°
	36,6		36,6		37,4
	35,45		35,5		36,25
	34,35		34,4		35,2
	33,3		33,3		34,2
	32,3		32,35		33,15
	31,3		31,4		32,2
	30,4		30,5		31,3
A.-T. = 4,8° .	29,5	A.-T. = 4,9° .	29,65	A.-T. = 5,6° .	30,4
	8,3°		8,15		8,2°

Waschleder.

A.-T. = 6,0° .	39,0°	A.-T. = 6,0° .	39,0°	A.-T. = 6,2° .	39,2°
	—		37,85		38,05
	36,7		36,75		36,9
	35,65		35,7		35,85
	34,6		—		—
	33,6		33,75		33,9
	32,7		32,8		32,95
	31,75		31,9		32,05
A.-T. = 6,0° .	30,9	A.-T. = 6,0° .	31,05	A.-T. = 6,2° .	31,2
	8,1°		7,95		8,0°

Jäger's Normalwollstoff, dünnerer, nicht gespannt.

A.-T. = 7,8°	40,8°	A.-T. = 7,9°	40,9°	A.-T. = 7,9°	40,9°	A.-T. = 8,0°	41,0°
	—		39,65		39,6		39,75
	38,25		38,4		38,4		38,55
	37,1		37,25		37,25		37,45
	36,0		36,15		36,15		36,35
	34,95		35,1		35,1		35,35
	33,95		34,1		34,1		34,35
	32,95		33,1		33,2		33,4
A.-T. = 7,8°	32,0	A.-T. = 7,9°	32,2	A.-T. = 7,9°	32,3	A.-T. = 8,0°	32,5
	8,8°		8,7°		8,6°		8,5°

Jäger's Normalwollstoff, dünnerer, etwas mehr gespannt.

A.-T. = 7,5° .	40,5°	A.-T. = 7,6° .	40,6°	A.-T. = 7,8° .	40,8°
	39,15		39,3		39,5
	37,85		38,0		38,25
	36,7		36,8		37,1
	35,55		35,7		35,9
	34,5		34,65		34,85
	33,45		33,65		33,85
	32,45		32,7		32,85
A.-T. = 7,5° .	31,5	A.-T. = 7,6° .	31,75	A.-T. = 7,8° .	31,9
	9,0°		8,85°		8,9°

Jäger's Normalwollstoff, dickerer, nicht gespannt.

A.-T. = 7,6° .	40,6°	A.-T. = 7,6° .	40,6°	A.-T. = 8,3° .	41,3°
	39,35		39,4		40,15
	38,25		38,35		39,0
	37,2		37,3		37,9
	36,15		36,35		36,85
	35,15		35,3		35,85
	34,2		34,35		34,9
	33,3		33,45		34,0
A.-T. = 7,6 .	32,4	A.-T. = 7,5° .	32,55°	A.-T. = 8,4° .	33,1
	8,2°		8,05°		8,2°

Hellblaues Militärtuch.

A.-T.		A.-T.		A.-T.		A.-T.	
A.-T. = 6,6°	39,6°	A.-T. = 7,0°	40,0°	A.-T. = 7,0°	40,0°	A.-T. = 7,0°	40,0°
	38,4		38,8		38,8		—
	37,3		37,65		37,65		37,65
	36,25		36,6		36,6		36,6
	—		35,55		—		35,6
	34,25		34,55		34,65		34,65
	33,35		33,6		33,75		33,7
	32,4		32,7		32,85		32,8
A.-T. = 6,8°	31,6°	A.-T. = 7,0°	31,8	A.-T. = 7,1°	32,05	A.-T. = 7,0°	31,95
	8,0°		8,2°		7,95°		8,05°

Guttaperchastoff (Regenmantel).

A.-T.		A.-T.		A.-T.	
A.-T. = 8,4° .	41,4°	A.-T. = 8,5° .	41,5°	A.-T. = 8,5° .	41,5°
	39,05		40,05		—
	—		38,7		38,65
	37,2		37,4		37,35
	36,0		36,25		36,15
	34,8		35,1		34,95
	33,75		34,0		33,85
	32,7		32,95		32,8
A.-T. = 8,4° .	31,7	A.-T. = 8,6° .	31,9	A.-T. = 8,5° .	31,75
	9,7°		9,6°		9,75°

II. (Zu Seite 17.)

Unbekleideter Cylinder.

Anfangstemp.	38,2°	38,3°	38,4°	39,0°	39,1°
Coëfficienten	0,01197	0,01157	0,01157	0,01203	0,01197
	1186	1167	1186	—	1186
	1186	1201	1186	1202	1157
	1169	1177	1177	1202	1156
	1148	1176	1167	1167	1148
	1152	1168	1159	1159	1152
	1139	1146	1139	1154	1146
	0,01136	0,01136	0,01130	0,01143	0,01130
Mittelwerthe	0,011641	0,011600	0,011628	0,011791	0,011594

Anfangstemp.	41,5°	41,7°	42,2°	42,6°	42,9°	43,1°
Coëfficienten	0,01157	0,01197	0,01157	0,01157	0,01277	0,01237
	1186	1186	1186	1167	1167	1226
	1173	1173	1186	1173	1157	1216
	1167	1167	1177	1177	1156	1213
	1158	1148	1167	1167	1148	1196
	1152	1143	1159	1152	1152	1185
	1146	1129	1146	1139	1146	1176
	0,01144	0,01130	0,01136	0,01136	0,01136	0,01177
Mittelwerthe	0,011604	0,011591	0,011642	0,011585	0,011674	0,012032

Anfangstemp.	43,3°	43,3°	44,2°	44,4°	44,6°
Coëfficienten	0,01197	0,01157	0,01117	0,01157	0,0 —
	1167	1167	1143	1143	1167
	1173	1173	1144	1144	1157
	1167	1177	1156	1156	1167
	1167	1176	1167	1148	1167
	1152	1168	1176	1168	1176
	1146	1161	1177	1168	1177
	0,01144	0,01163	0,01177	0,01163	0,01177
Mittelwerthe	0,011641	0,011678	0,011571	0,011559	0,011694

Anfangstemp.	45,6°	46,7°	46,9°	Mittel
Coëfficienten	0,01197	0,01203	0,01197	0,011834
	1206	1215	1206	0,011821
	1186	1211	1201	0,011789
	1177	1211	1191	0,011758
	1184	1217	1184	0,011684
	1168	1214	1184	0,011652
	1161	1203	1184	0,011570
	0,01150	0,01190	0,01177	0,011513
Mittelwerthe	0,011786	0,012080	0,011905	0,011700

III. (Zu Seite 32.)

1. Leinwand				2. Shirting			
9h 40′	Tp. 20,0° C.	3h 25′	Tp. 20,0° C.	3h 55′	Tp. 20,05° C.	9h 15′	Tp. 20,0° C
50	19,3	35	19,15	4h 05	19,05	25	18,95
10h —	15,7	45	15,25	15	14,9	35	14,9
10	11,0	55	10,8	25	10,45	45	10,5
20	7,45	4h 05	7,2	35	7,0	55	7,05
30	4,8	15	4,6	45	4,5	10h 05	4,5
40	3,0	25	2,85	55	2,9	15	2,8
	17,0		17,15		17,15		17,2

3. Flanell				4. Seidenzeug			
3h 25′	Tp. 20,0° C.	4h 05′	Tp. 20,0° C.	10h 10′	Tp. 20,1° C.	3h 30′	Tp. 20,0° C.
35	19,1	15	19,1	20	19,85	40	19,7
45	15,9	25	15,7	30	18,1	50	18,0
55	12,05	35	11,9	40	15,15	4h —	15,1
4h 05	8,9	45	8,8	50	12,05	10	12,0
15	6,45	55	6,45	11h —	9,5	20	9,4
25	4,65	5h 05	4,65	10	7,3	30	7,25
	15,35		15,35		12,8		12,75

5. Weiches Holz (Fichte)

$10^{h}50'$	Tp. 20,0° C.	$3^{h}55'$	Tp. 19,95° C.
11^{h}—	19,15	$4^{h}05$	19,0
10	15,0	15	14,85
20	10,4	25	10,3
30	6,85	35	6,8
40	—	45	4,3
50	2,65	55	2,65
	17,35		17,3

6. Hartes Holz (Buche), der Faser nach

$3^{h}35'$	Tp. 20,1° C.	$9^{h}55'$	Tp. 20,05° C.
45	19,0	$10^{h}05$	18,9
55	14,45	15	14,2
$4^{h}05$	9,65	25	9,4
15	6,15	35	5,9
25	3,6	45	3,5
35	2,1	55	2,05
	18,0		18,0

7. Hartes Holz (Buche), rechtwinkelig zur Faser

$10^{h}10'$	Tp. 20,0° C.	$3^{h}25'$	Tp. 20,0° C.
20	18,4	35	18,4
30	13,6	45	13,65
40	9,1	55	9,1
50	5,75	$4^{h}05$	5,75
11^{h}—	3,6	15	3,4
10	2,15	25	2,0
	17,85		18,0

8. Drehspähne von hartem Holz

$9^{h}35'$	Tp. 20,05° C.	$3^{h}55'$	Tp. 20,05° C.
45	16,8	$4^{h}05$	16,7
55	11,05	15	10,8
$10^{h}05$	6,8	25	6,65
15	4,15	35	4,0
25	2,55	45	2,5
35	1,65	55	1,6
	18,4		18,35

9. Watte, locker

$3^{h}55'$	Tp. 20,0° C.	$11^{h}10'$	Tp. 20,05° C.
$4^{h}05$	15,7	20	15,8
15	10,25	30	10,3
25	6,45	40	6,5
35	3,95	50	4,0
45	2,4	12^{h}—	2,45
55	1,45	10	1,4
	18,55		18,65

10. Watte, fest zusammengepresst

$3^{h}30'$	Tp. 20,1° C.	$4^{h}15'$	Tp. 20,05° C
40	16,7	25	16,5
50	10,6	35	10,5
4^{h}—	6,45	45	6,3
10	3,7	55	3,7
20	2,15	$5^{h}05$	2,1
30	1,25	15	1,25
	18,85		18,8

11. Luft

$11^{h}10'$	Tp. 20,05° C.	$4^{h}25'$	Tp. 20,05° C.
20	14,8	35	14,8
30	9,3	45	9,4
40	5,85	55	6,0
50	3,65	$5^{h}05$	3,7
12^{h}—	2,3	15	2,3
10	1,4	25	1,45
	18,65		18,65

12. Blei (30 Minuten)

$11^{h}20'$	Tp. 20,3° C.	$3^{h}45'$	Tp. 20,2° C.
25	14,7	50	14,7
30	9,1	55	9,2
35	5,65	4^{h}—	5,85
40	3,45	05	3,6
45	2,1	10	—
50	1,3	15	1,4
	19,0		18,8

Ueber den Eiweissbedarf des Erwachsenen mit Berücksichtigung der Beköstigung in Japan.

Von

Dr. T. Nakahama

aus Tokio.

(Aus dem hygienischen Institut in Leipzig.)

Nicht bloss in Europa, sondern auch in Japan herrscht gegenwärtig die Meinung, dass die Beköstigung der Japaner eine sehr mangelhafte sei. Nach Wernich[1]) soll der Japaner psychische Schwäche und geringere Entwickelung der Muskulatur zeigen und als Nahrung täglich 3 mal je 470 g Reis und nur von Zeit zu Zeit kleine Portionen von Fleisch und gesalzene Gemüse aufnehmen. Unter den Sachverständigen Japan's behauptet man vielfach, obwohl allerdings noch graduelle Unterschiede existiren, dass die Reisnahrung mangelhaft sei und besonders für die japanische Armee die Reiskost in europäische Brodnahrung umgewandelt werden müsse. Diese Ansicht ist sogar so ausgeartet, dass man vorgeschlagen hat, unsere Reisfelder womöglich in Weizen- resp. Kornfelder umzuarbeiten. Ferner gibt es zahlreiche Aerzte in Japan, welche die Ursache der bei uns und in Indien endemisch auftretenden Infectionskrankheit — Kak-ke (Beri-Beri) — der Reisnahrung oder vielmehr dem infolge der N-armen und C-reichen Reisnahrung entstehenden Missverhältnisse von N-haltiger und N-loser Nahrung zuschreiben; als Hauptmedicament geben sie dem armen Patienten ein ihm bis jetzt ganz ungewohntes Brod oder gekochte Gerste. Aber was sollen die Keime einer Infections-

1) Wernich, Geographisch medicinische Studien nach den Ergebnissen einer Reise um die Erde 1877.

krankheit wie eben Kak-ke mit der Reisnahrung zu thun haben. Wer mit Kak-ke-Gift oder Kak-ke-Pilzen inficirt ist, wird krank, aber keineswegs entsteht die Krankheit durch den alleinigen Genuss von Reis.

Was in Japan zur Annahme der Unzulänglichkeit der Reisnahrung geführt hat, beruht auf dem geringen Gehalt des Reises an Eiweiss im Vergleich zu dem Eiweissgehalt des Weizens oder Roggens, wobei natürlich die Zusammensetzung des Brodes und des gekochten Reises berücksichtigt werden muss [1]).

Die verschiedenen Brodsorten enthalten procentisch weniger Eiweiss als die Rohstoffe, das Mehl, aus welchem sie bereitet werden, z. B.

	Wasser	Eiweiss
feines Weizenmehl . .	13,34 %	10,18 %
Weizenbrod	35,59	6,59
Roggenmehl	13,71	11,52
Roggenbrod	42,27	6,11.

In Japan kocht man Reis gewöhnlich sehr trocken, nur mit so viel Wasser, um die einzelnen Reiskörner aufquellen zu lassen, so dass der gekochte Reis kein tropfbares Wasser enthält. Es enthält im Mittel:

	Wasser	fester Theil	Eiweiss
100 g gekochter Reis . . .	63 %	37 %	3 %.

Es enthalten also die beiden Brodsorten doppelt so viel Eiweisskörper als gekochter Reis, aber man geniesst mit dem gekochten Reis zugleich viel mehr Wasser als im Brod. Wenn man nun Brod und gekochten Reis auf dieselbe Menge fester Theile reducirt, so würde man finden:

Weizenbrod	100 g	= gekochter Reis	174,6 g
feste Theile	64,61	. . . .	64,61
Wasser	35,39	. . . .	109,91
Eiweiss	7,06	. . . .	5,24

1) König, Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel 1882 S. 106, 108, 118, 119

Roggenbrod	100 g	= gekochter Reis	156 g
feste Theile	57,73	. . . .	57,73
Wasser	42,27	. . . .	98,27
Eiweiss	6,11	. . . .	4,68

Die Unterschiede sind also nicht sehr gross; wir geniessen auch niemals den Reis allein, sondern immer mit andern Speisen zusammen; so dass die kleine Differenz des Reiseiweisses nicht viel ausmacht. Scheube nimmt auch an, dass der Reis bei den Japanern eine bessere Ausnützung findet als bei den Europäern und schreibt diese dem längeren Darm der Japaner zu (a. a. O.).

Dagegen hält man die Reisnahrung in Europa deshalb für wenig vortheilhaft, weil man meint, dass der Japaner hauptsächlich nur von eiweissarmem Reis lebt, und dass er, um den durch die Zersetzungen entstehenden Eiweissverlust zu decken, eine so grosse Menge Reis vertilgen muss, dass der Verdauungsapparat eine grosse Last aufgebürdet erhält, infolgedessen mancherlei Beschwerden eintreten können. — In Japan isst man aber gewöhnlich nicht so viel Reis, als man in Europa denkt; durchschnittlich verzehrt ein Erwachsener täglich 400—700 g ungekochten Reis mit Fischen und Gemüsen. Die oben von Wernich angegebene, anscheinend grosse Quantität beruht auf einer Verwechselung mit gekochtem Reis, welcher mehr als 60 % Wasser enthält, wie schon von Scheube[1]) hervorgehoben wurde. Scheube ermittelte auch an 9 Japanern die aufgenommenen Nahrungsmengen sowie die Ausscheidungsgrössen des Stickstoffes im Harn. Die dort gemachten sorgfältigen Angaben zeigen, dass die japanische Kost keineswegs einförmig aus Reis besteht, welcher nur jenen Hauptheil der Nahrung ausmacht, wie in der europäischen Arbeiterkost das Brod den relativ grössten Theil beträgt.

In der militärischen Akademie[2]) zu Tokio wird für jeden Studenten pro Tag eine Ration von 1750 g gekochten Reises (mit

1) Scheube, Archiv f. Hygiene 1883 Bd. 1 S. 352.

2) In dem Descriptiv catalog of the japanese home departments 1884 S. 40 findet man die von Eykmann gemachte Analyse der Nahrung der militärischen Akademie zu Tokio.

643,3 g fester Theile) und 757 g anderer Speise (mit 107,3 g fester Theile gerechnet.

Mit dieser Nahrung können die Studenten der militärischen Akademie recht starke körperliche Leistungen ausführen, und man hat bis jetzt niemals einen Mangel in der Ernährung gefunden.

Nach Tiegel [1]) leben japanische Läufer am Marschtage fast nur von Reis und verzehren alle 2—3 Stunden grosse Mengen davon. Allerdings essen diese Leute sehr häufig am Marschtage, etwa 5 mal täglich, aber je öfter sie essen, desto weniger essen sie, so dass die gesammte Menge nicht eben allzucolossal wird; ausserdem essen sie nie bloss Reis, sondern immer eine andere Speise dazu. Bei jeder Ruhestation im Lande gibt es eine Art von Restaurant, wo verschiedene Speisen auf kleinen Tellern angerichtet auf einem Tische ausgebreitet werden, die man nach Belieben auswählt, wie das in den meisten Bahnhofsrestaurationen der Fall ist. — Es gibt ja natürlich Leute, welche nach starker Arbeitsleistung infolge grösseren Appetites grosse Mengen Reises verzehren, gerade wie es in Deutschland Leute gibt, welche regelmässig oder bei bestimmten Gelegenheiten grosse Quantitäten Nahrung oder Getränke aufzunehmen vermögen. Aber das ist alles nicht durchschnittliche Lebensweise. So wenig die Annahme richtig ist, dass der Deutsche fast nur von Bier lebt, ebensowenig ist die Meinung richtig, dass der Japaner nur von Reis lebt.

Man hört nicht selten die Ansicht aussprechen, dass das japanische Volk infolge der Reisnahrung sehr schwach und elend sei. Diese Annahme ist aber nicht zutreffend. Ich kann versichern dass die Hauptmasse des japanischen Volkes, obgleich sie durchschnittlich von kleinerer Statur als die Europäer, gleichwohl kräftig und gesund ist. Gerade die Leute aus arbeitenden Klassen in Japan, welche hauptsächlich Vegetabilien als Nahrung geniessen, sind viel kräftiger und gesünder als wohlhabende Leute, die viel animalische Nahrung verzehren. Die Schuld daran kann nicht in der Reisnahrung, sondern in dem in Japan üblichen Mangel an körperlichen Bewegungen und in häufigeren Krankheiten der Wohlhabenden liegen. Die Männer der arbeitenden Klassen

1) Tiegel, Japan. Läufer. Archiv f. Physiologie Bd. 31 S. 607.

leisten sehr häufig die denkbar grössten Arbeiten — Wagenzieher von Dzin-riki-sha (Menschenkraftwagen), welche überall in Japan sich finden, können, wie auch Tiegel[1]) bemerkt hat, und zwar mit Reisenden auf ihren Wagen, ohne grosse Anstrengung eine Strecke von 50—70 km täglich laufen. Ihre grosse körperliche Thätigkeit hat auch Scheube[2]) erwähnt. Fischer der in der Nähe von Tokio gelegenen Provinzen, welche den ganzen Tag über gefischt haben, rudern unmittelbar danach mit ihrem Fang nach Tokio und zwar oft eine Strecke von mehr als 70 km, um am anderen Tage früh zum Fischmarkt in Tokio ihre Fische zu liefern. Bei den meisten Bauern, Erdarbeitern und Vorläufern von Pferden[3]) gilt in Bezug ihrer Arbeitsfähigkeit dasselbe. Bälz[4]) zu Tokio hat nach langjähriger Beobachtung sich davon überzeugt, dass auch im Innern des Landes das Volk meist kräftig ist und schwach Gebaute eine Ausnahme bilden. Nach Jankka[5]) und Buren[6]) haben die Japaner einen kräftigen Körperbau und verrichten sehr anstrengende Arbeit. Nach dem Berichte der österreichisch-ungarischen Expedition[7]) sollen die Japaner weniger stark als die Chinesen gebaut, aber muskulöser und in ihren Bewegungen lebhafter und gewandter sein u. s. w. Man sieht hieraus zur Genüge, dass die Japaner nicht elend und schwach, sondern meistens kräftig und stark sind, wie nicht nur ich, sondern auch viele fremde Autoren behaupten.

Um zu untersuchen, ob die japanische Kost eine mangelhafte sei, ist es nothwendig, vor allem festzustellen, wie viel von einzelnen Nahrungsstoffen, besonders von Eiweiss ein Individuum

1) Tiegel, a. a. O.

2) Scheube, Archiv f. Hygiene 1883 Bd. 1 S. 352.

3) Vorläufer von Pferden sind eigentlich Stallknechte. Früher mussten die Personen, die eine Stelle als Stallknecht zu erhalten wünschten, vor schnell rennenden Pferden herlaufen können; jetzt ist dies nicht mehr gebräuchlich.

4) Bälz, Mittheilungen d. deutsch. Gesellschaft f. Natur- u. Völkerkunde 1885 Heft 32 S. 56.

5) Jankka, Zeitschrift f. Ethnologie 1877.

6) Buren, The food of japanese people 1881.

7) Fachmännische Berichte über die österreichisch-ungarische Expedition nach Siam, China und Japan (1872) S 179.

in bestimmten Zeitabschnitten, beziehentlich in 24 Stunden aufnehmen muss, um sich längere Zeit auf seinem Stoffbestand zu erhalten [1]).

Man hat sich zwar seit langer Zeit mit dieser Frage beschäftigt, und das Meiste verdanken wir hierin Pettenkofer und Voit. Letzterer nimmt an, dass ein mittlerer Arbeiter täglich 118 g Eiweiss aufnehmen muss.

Die Feststellung des Eiweissbedarfes ist darum von wesentlichster Bedeutung, weil die Beschaffung der für den Körper nothwendigen Fette und besonders der Kohlehydrate viel leichter auszuführen ist, so dass ein schlecht oder ungenügend ernährter Mensch häufig an Eiweiss, nicht aber an N-freien Nährstoffen Mangel leidet. Es gibt im allgemeinen 4 Methoden, um den Eiweissbedarf eines Erwachsenen zu bestimmen. Diese sind:

1. Man berechnet die Eiweisssubstanz aus den rohen Lebensmitteln, welche in Familien, Anstalten u. s. w. verbraucht werden.
2. Man bestimmt die Eiweissmenge in den fertig zugerichteten Speisen, welche von einzelnen Individuen an einem Tage verzehrt werden.
3. Bestimmung des Eiweisses, durch welche das N-Gleichgewicht im Körper erhalten werden kann.
4. Bestimmung des in Urin und Fäces ausgeschiedenen Stickstoffs bei beliebiger, aber erfahrungsgemäss genügender Nahrungsaufnahme.

Die erste Methode gibt leicht dadurch viel zu hohe Werthe, dass die einzelnen Rohmaterialien eine wechselnde und unbekannte Menge von verschiedenen nicht essbaren Abfallstoffen enthalten, so dass nicht zu berechnen ist, wie viel ein Individuum wirklich verzehrt hat.

Nach H. Ranke [2]) wurden für italienische Arbeiter pro Kopf und pro Tag folgende Nahrungsmengen gefunden:

---

1) Voit, Die Ernährung S. 519.

2) H. Ranke, Zeitschr. f. Biologie 1877 Bd. 13 S. 131.

Eiweiss	=	167 g
Fett	=	117
Kohlehydrate	=	675

Nach Böhm[1]) berechnet sich bei armen Familien in der Niederlausitz die tägliche Nahrungsaufnahme:

Eiweiss	=	64 g
Fett	=	25
Kohlehydrate	=	366

Anderseits hat Ohlmüller[2]) bei siebenbürgischen Feldarbeitern während der Ernte, wo sie sich sehr stark anstrengten und nur von Mais, Fischen und Salz lebten, bei deren Zubereitung kein Verlust stattfinden sollte, pro Kopf und Tag aus den Rohnahrungsmaterialien berechnet:

Eiweiss	=	181,9 g
Fett	=	93,3
Kohlehydrate	=	907,7

Solche colossale Quantitäten sind vielleicht bedingt durch abnormen Appetit infolge der sehr angestrengten Thätigkeit während der Ernte, entschieden aber nicht die gewöhnliche Diät der Arbeiter.

Die zweite Methode gibt zwar die an einem Tage verzehrte Menge der Nahrungsstoffe an, aber nicht die zu Erhaltung des Körpers nothwendige Eiweissmenge. Denn je nach der Wahl der Nahrungsmittel schwankt die Verdaulichkeit des Eiweisses in weiten Grenzen. Nach dieser Methode haben z. B. Forster[3]) Steinheil[4]), Jürgensen[5]), Beaunis[6]) u. s. w. gefunden:

---

1) Böhm, Vierteljahresbericht f. öffentl. Gesundheitspflege 1869 Bd. 1 S. 374.

2) Ohlmüller, Zusammensetzung der Kost siebenbürgischer Feldarbeiter. Zeitschr. f. Biologie 1884 Bd. 20 S. 393.

3) Forster, Zeitschr. f. Biologie 1873 Bd. 9 S. 390.

4) Steinheil, Zeitschr. f. Biologie 1877 Bd. 13 S. 421.

5) Jürgensen, Zeitschr. f. Biologie 1886 Bd. 22 S. 489.

6) Beaunis H., Recherches expérimentales sur les conditions de l'Activité cerebrale. Paris 1884 p. 7.

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	
Arbeiter	132,6 g	95,3 g	421,8 g	F. Forster
„	131,0	67,6	494,0	„
Junger Arzt	126,6	88,8	361,8	„
„	134,4	102,0	291,7	„
Arbeiter	132,78 g	113,12 g	633,82 g	E. Steinheil
37 jähriger Arzt	135,0	140,0	250,0	Jürgensen
35 jährige Frau	95,0	105,0	220,0	„
48 jähriger Arzt	91,5	61,0	235,0	Beaunis.

Die dritte Methode, das N-Gleichgewicht bei verschiedenen Mischungen der Speisen zu erzielen, kann keinen Aufschluss über den Eiweissbedarf geben.

Nach Pettenkofer und Voit[1]) befand sich ein Arbeiter mit folgenden Nahrungsstoffquantitäten im N-Gleichgewicht:

	bei Ruhe	bei Arbeit
Eiweiss	137 g	137 g
Fett	72	173
Kohlehydrate . . .	352	352

Nach J. Ranke[2]) wurde bei Mittelgewicht von 74 kg das N-Gleichgewicht mit Nahrungsmitteln von folgender Zusammensetzung erzielt:

	Eiweiss	Kohlenstoff
a.	95,1 g	228,72 g
b.	122,25	218,4

Beneke[3]) konnte mit:

Eiweiss	90 g
Fett	79
Kohlehydrate	285

zwei Wochen lang das N-Gleichgewicht erhalten.

1) Pettenkofer u. Voit, Zeitschr. f. Biologie Bd. 2 S. 488.

2) J. Ranke, Archiv d. Anatomie u. Physiologie 1862 S. 329.

3) Beneke, Schrift d. Gesellsch. z. Beförd. d. Naturwiss. zu Marburg 1878 Bd. 11 S. 277.

Die Werthe der vierten Methode geben im Gegensatz zu den anderen, sicher die in die Circulation gelangte Eiweissmenge an. Wenn ein Individuum längere Zeit mit einer solchen Nahrung kräftig und arbeitsfähig bleibt, so ergibt sich diejenige Quantität von Eiweiss, mit welcher der Betreffende seinen Bedarf im Körper zu decken vermag.

Pflüger und Bohland[1]) haben bei 8 Personen die N-Ausscheidung im Urin bestimmt; sie fanden durchschnittlich pro Tag und pro Kopf:

12,672 g N = 81,7 g Eiweiss.

Bleibtreu und Bohland[2]) haben bei jungen, gut genährten Arbeitern durchschnittlich pro Tag und pro Kopf 14,953 g N = 96,467 g Eiweiss gefunden.

Flügge[3]) hat beim Institutsdiener in Leipzig, den auch ich als Versuchsperson verwendete, bei dessen gewöhnlicher Kost pro Tag nur 9—10 g N im Urin gefunden; einzelne Personen in Leipzig und 2 Arbeiter in Berlin lieferten ihm in 24 Stunden 8—11 g N.

Auf die Aufforderung des Herrn Prof. Dr. Hofmann hin habe ich an verschiedenen Individuen aus den arbeitenden Klassen Sachsens, wo sie bekanntlich sehr wenig Fleisch geniessen und trotzdem grosse Arbeit leisten, Untersuchungen über den Eiweissumsatz angestellt und zwar hauptsächlich, weil im gewöhnlichen Leben N-haltige Nahrungsmittel verhältnismässig schwerer als N-freie zu beschaffen sind, und weil die erforderliche Eiweissmenge bei ein und demselben Individuum nicht wie bei N-freien Nahrungsmitteln unter verschiedenen Körperzuständen (Ruhe, Arbeit u. s. w.) variable ist. Ich habe die diesbezüglichen Untersuchungen im Jahre 1886 im hygienischen Institute in Leipzig gemacht und erlaube mir an dieser Stelle dem Herrn Prof. Dr. Hofmann für die Anleitung, welche ich von ihm zur Ausführung

1) Pflüger u. Bohland. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1885 Bd. 36 S. 165.

2) Bleibtreu u. Bohland. Ebendaselbst 1886 Bd. 38 S. 1.

3) Flügge, Beiträge d. Hygiene 1879 S. 117.

der vorliegenden Arbeit erhalten habe, meinen besten Dank auszusprechen.

Um die ganze N-Menge der aufgenommenen Nahrung, sowohl der, welche im menschlichen Körper ihre Verwerthung gefunden hat, als auch der, welche unresorbirt den Körper wieder verlässt, zu bestimmen, braucht man nur unter entsprechenden Cautelen die von den einzelnen Versuchstagen stammenden Excremente zu sammeln und der elementaren Analyse zu unterwerfen. So einfach und leicht auch diese Untersuchung erscheint, ist sie doch mit manchen Schwierigkeiten verbunden, weil ich nur solche Personen benützen wollte, welche körperlich kräftig waren und fortwährend schwere Arbeit leisteten, gleichmässig lebten und in jeder Beziehung meinen Ansprüchen Folge leisteten.

Im Ganzen habe ich an 13 Personen Untersuchungen angestellt und zwar an mir selbst (I u. II), an einem gesunden Diener des hygienischen Institutes (III u. IV), an 2 Klempnern (V u. VI), 2 Schmieden (VII u. VIII), 4 Soldaten, welche in der Militärbäckerei arbeiteten (IX, X, XI u. XII) und an 3 Erdbohrern in Naunhof (XIII, XIV u. XV), welche bei Tiefbohrungen mittels Handarbeit beschäftigt waren, den Unbilden der Witterung ausgesetzt die schwerste Arbeit zu leisten hatten.

Was die Untersuchungsmethode anbelangt, so möchte ich hier ganz kurz das Hauptsächlichste erwähnen. Um den Harn zu sammeln, liess ich jede Versuchsperson zu Anfang des ersten Versuchstages die Harnblase vollständig entleeren und die folgende Zeit bis zum Anfang des nächsten Versuchstages sämmtlichen Harn sammeln. Um den zum Versuchstage gehörigen Koth zu erhalten, nahm ich selbst wie auch der Diener des hygienischen Instituts Kohlenpillen; bei den übrigen Versuchspersonen konnte ich die Abgrenzung nicht gut in dieser Weise ausführen, doch war es bei allen anderen Versuchspersonen günstig, dass sie an jedem Versuchstage infolge der reichlichen Pflanzenkost Koth entleerten. Bei diesen Personen berücksichtigte ich den Koth am ersten Versuchstage nicht und sammelte zu meinen Untersuchungen erst den am zweiten Tage entleerten Koth und

weiterhin alle folgenden Ausleerungen bis zum Tage nach dem Schlusstage inclusive, so dass ich annehmen kann, ziemlich genau die Kothmenge der Versuchstage bekommen zu haben, weil einmal diese Personen lange Zeit sehr gleichmässig gelebt hatten und deshalb bei gleicher Nahrung täglich eine gleiche Menge Koth entleerten, so dass bei Beginn wie beim Schluss der Versuchsperiode eine fast gleiche Menge Koth im Darme vorhanden bleibt.

Den N sowohl im Harn als auch im Kothe habe ich nach der von Wirforth[1]) modificirten Kjeldahl'schen[2]) Methode bestimmt und multiplicirte ich diesen Werth mit 6,25, um aus dem N trockenes Eiweiss auszurechnen.

Zuerst habe ich selbst den N-Gehalt meines Urins bestimmt.

I.

29 jähriger Arzt mit 56 kg Körpergewicht. Gesund. Verpflegt in einer Pension, wo man beliebige Mengen nach Bedarf essen konnte.

Das Resultat ist:

Datum		Harnmenge	N			NaCl		P_2O_5	
		ccm	in g	%	auf Eiweiss	in g	%	in g	%
Mittwoch	10. März	1530	13,4	0,86	83,75	10,50	0,68	2,87	0,18
Donnerstag	11. „	1710	16,47	0,96	102,94	13,28	0,77	2,78	0,16
Freitag	12. „	1520	12,95	0,85	80,94	9,30	0,61	2,68	0,17
Samstag	13. „	1500	15,69	1,04	98,06	11,11	0,74	2,92	0,19
Sonntag	14. „	1520	14,83	0,97	92,69	12,13	0,8	1,99	0,13
Montag	15. „	1620	13,59	0,84	84,94	14,14	0,87	1,92	0,12
Dienstag	16. „	1750	11,85	0,67	70,94	15,28	0,87	1,87	0,10
	Mittel	1593,8	14,04	—	87,75	12,25	—	2,43	—

1) Wirforth, Zeitschrift f. analytische Chemie 1885 Bd. 24 S. 455.
2) Kjeldahl, Ebenda 1883 Bd. 12 S. 366.

II.

Versuchsperson wie I. (Harn und Koth.)

Am 16. März früh unmittelbar nach dem Kaffee 3 Kohlenpillen genommen.

Am 17. früh entleerte ich schwarz gefärbten Koth, den ich zur Untersuchung nahm, am Schlusstag (22.) unmittelbar nach dem Abendbrod nahm ich wiederum 2 Kohlenpillen; am 23. früh gefärbte Fäces. Jede Kothportion wird gesondert analysirt.

Datum	Harn						Koth					
	Harnmenge	N			P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	in g	%	auf Eiweiss	in g	%	g	g	%	in g	%	auf Eiweiss
Mittw. 17. März	1700	16,64	0,98	103,98	2,36	0,14	149	22,0	14,67	1,20	5,46	7,5
Donn. 18. „	1080	14,97	1,38	93,95	2,44	0,23	169	22,3	13,19	1,52	6,84	9,5
Freit. 19. „	1930	12,29	0,63	76,83	2,17	0,11	88,5	18,6	21,02	1,22	6,61	7,62
Samst. 20. „	2440	14,85	0,60	92,84	2,77	0,11	221,5	34,7	15,66	2,32	6,96	14,50
Sonnt. 21. „	2000	14,37	0,72	89,82	2,72	0,14	82,5	12,5	15,15	0,81	6,49	5,06
Mont. 22. „	1980	16,22	0,82	101,41	3,29	0,16	215,5	32,0	14,85	2,11	6,60	13,19
Dienst. 23. „	1990	13,40	0,67	83,80	2,39	0,12	67	16,7	24,92	1,19	7,12	7,44
Mittel	1874	14,68	—	91,73	2,59	—	141,85	22,69	—	1,48	—	9,26

In den Excrementen wurden also pro 24 Stunden durchschnittlich ausgeschieden:

	N		Eiweiss
Urin	14,68 g	=	91,73 g
Koth	1,48	=	9,26
Gesammte Menge	16,16 g	=	100,99 g.

III.

50jähriger, gesunder Diener des hygienischen Institutes, mit dem Körpergewicht von 53 kg. Als Nahrung hauptsächlich Gemüse, täglich Fleisch und vormittags Brod mit Käse oder Wurst.

In der ersten Beobachtungsreihe wurde nur der Harn untersucht.

Das Resultat ist:

Datum		Harnmenge	N			NaCl		P_2O_5	
		ccm	in g	%	auf Eiweiss	in g	%	in g	%
Donnerstag	11. März	1910	13,58	0,69	84,87	12,82	0,65	2,99	0,15
Freitag	12. „	1780	14,31	0,80	89,44	11,10	0,62	2,38	0,13
Samstag	13. „	1810	10,82	0,60	67,62	20,20	1,12	2,37	0,13
Sonntag	14. „	2070	12,71	0,61	79,44	18,94	0,91	2,59	0,12
Montag	15. „	1850	14,61	0,78	91,31	17,43	0,94	3,17	0,17
Dienstag	16. „	1980	14,22	0,72	88,87	18,65	0,94	2,10	0,10
	Mittel	1908	13,37	—	83,56	16,59	—	2,6	—

IV.

Versuchsperson wie Nr. II. (Harn und Koth.)

Am 16. früh nach dem Kaffee 3 Kohlenpillen genommen, am 17. früh eine Pille in dem entleerten Koth wieder gefunden, ohne dass derselbe gefärbt war. Am 18. keine Kothentleerung. Der am 19. entleerte Koth war gefärbt, ich hob ihn zur Untersuchung auf. Am 22. abends nahm er nach dem Abendbrod wieder 3 Pillen, durch die der am 24. früh entleerte Koth zum Theil gefärbt war, so dass ich ihn von dem ausser der Periode herrührenden Kothe trennen konnte.

Datum	Harn						Koth					
	Harnmenge	N			P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	in g	%	auf Eiweiss	in g	%	g	g	%	in g	%	auf Eiweiss
Mittw. 17. März	1680	13,86	0,82	86,65	1,95	0,12	—	—	—	—	—	—
Donn. 18. „	1400	12,61	0,90	78,84	2,11	0,15	—	—	—	—	—	—
Freit. 19. „	1700	12,11	0,71	75,72	1,53	0,09	171,9	33,4	19,43	2,26	6,77	14,12
Samst. 20. „	1420	11,42	0,80	71,35	2,13	0,15	321,5	27,5	8,55	1,51	5,50	9,44
Sonnt. 21. „	2160	14,13	0,65	88,33	2,86	0,13	—	—	—	—	—	—
Mont. 22. „	1780	11,40	0,64	71,29	2,47	0,14	259,6	62,6	24,71	3,83	6,12	23,94
Dienst 23. „	1810	12,86	0,71	80,39	2,15	0,12	—	—	—	—	—	—
Mittw. 24. „	—	—	—	—	—	—	75,5	19,0	25,16	1,17	6,13	7,31
Mittel	1707,1	12,63	—	78,94	2,17	—	118,35	20,35	—	1,25	—	7,83

In den Excrementen pro 24 Stunden durchschnittlich ausgeschieden:

	N		Eiweiss
Urin	12,63 g	=	78,94 g
Koth	1,25	=	7,83
Gesammte Menge	13,88 g	=	86,77 g.

Die Untersuchung der Fäces der folgenden V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV und XV wird so ausgeführt, dass man in jeder Portion Wasser resp. feste Theile bestimmt, nach dem Trocknen die ganze Fäces-Menge einer Person zusammenstösst, gut pulvert, mischt, dann den Stickstoff bestimmt und die gesammte N-Menge durch die Anzahl der Versuchstage dividirt.

V.

Gesunder, kräftiger Klempner, 43 Jahre alt, mit dem Körpergewicht von 77,8 kg.

Nahrung bestand hauptsächlich aus Vegetabilien. 10stündige Arbeitszeit.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			NaCl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
Dienst. 6. April	2110	12,49	0,59	78,06	16,65	0,79	3,11	0,15	155,0	38,0	24,52			
Mittw. 7. „	2160	12,5	0,58	78,12	23,20	1,07	2,67	0,12	66,0	18,5	28,03			
Donn. 8. „	2260	12,64	0,56	79,0	29,76	1,31	2,57	0,11	113,0	30,0	26,55	9,70	6,81	60,62
Freit. 9. „	2400	9,74	0,4	60,87	21,09	0,88	2,55	0,10	62,0	24,0	38,71			
Samst. 10. „	2670	9,07	0,34	56,68	20,18	0,75	2,19	0,08	121,5	32,0	26,34			
Mittel	2320	11,29	—	70,56	22,17	—	2,62	—	103,5	28,5	—	1,94	—	12,12

Durchschnittlich sind in den Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	11,29 g	=	70,56 g
Koth	1,94	=	12,12
Summe . . .	13,23 g	=	82,68 g.

VI.

Kräftiger, 23jähriger Klempnergehilfe, mit dem Körpergewicht von 53 kg. Arbeitszeit 10 Stunden.

Durchschnittliche Speise ähnlich V, mit dem er zusammen lebt.

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			Na Cl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
Dienst. 6. April	800	7,24	0,9	45,25	7,06	0,88	1,51	0,19	40,5	12,0	29,63			
Mittw. 7. „	1280	10,94	0,85	68,37	19,12	1,49	2,69	0,21	194,0	48,5	25,0			
Donn. 8. „	2020	9,14	0,45	57,13	31,27	1,55	2,02	0,10	234,0	51,0	21,79	11,7	7,8	73,12
Freit. 9. „	1400	7,09	0,51	44,31	17,72	1,26	1,87	0,13	—	—	—			
Samst. 10. „	1900	9,88	0,52	61,75	18,41	0,97	2,11	0,11	123,8	35,3	28,51			
Mittel	1480	8,86	—	55,36	18,71	—	2,04	—	118,46	29,36	—	2,34	—	14,62

Durchschnittlich sind in den Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	8,86 g	=	55,36 g
Koth	2,34	=	14,62
Summe . . .	11,20 g	=	69,98 g.

VII.

Gesunder, kräftiger, 33 jähriger Schmied mit dem Körpergewicht von 60,7 kg. 9½ stündige Arbeitszeit. Als Nahrung nahm er hauptsächlich Vegetabilien nebst wenigem Fleisch.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			Na Cl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
Dienst. 11. Mai	2630	12,09	0,46	75,56	20,77	0,79	4,01	0,15	272,5	58,0	21,28			
Mittw. 12. „	1320	8,44	0,64	52,75	18,11	1,41	1,82	0,14	145,5	23,5	16,15			
Donn. 13. „	1670	8,18	0,49	51,12	23,88	1,43	2,50	0,15	287,5	43,2	15,02	14,6	7,62	91,25
Freit. 14. „	900	5,31	0,59	33,18	14,67	1,63	1,53	0,17	179,0	32,5	18,15			
Samst. 15. „	1210	5,93	0,49	36,06	16,09	1,33	2,29	0,19	320,5	34,5	10,76			
Mittel	1546	7,99	—	49,73	18,7	—	2,43	—	241,0	38,34	—	2,92	—	18,25

Durchschnittlich sind in beiden Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	7,99 g	=	49,73 g
Koth	2,92	=	18,25
Summe	10,91 g	=	67,98 g.

VIII.

Kräftiger, 27 jähriger Schmied, mit dem Körpergewicht von 68 kg. Arbeitszeit 10 Stunden.

Als Nahrung nahm er etwas mehr Fleisch als der andere Schmied Nr. VII.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			NaCl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
Dienst. 11. Mai	2610	10,18	0,39	63,62	11,48	0,44	3,36	0,13	282,0	54,0	19,15			
Mittw. 12. „	1870	19,07	1,02	119,19	15,7	0,84	7,26	0,39	114,0	28,5	25,0			
Donn. 13. „	1120	15,0	1,34	93,75	10,06	0,9	4,14	0,37	284,0	51,0	17,96	15,79	8,12	98,68
Freit. 14. „	1910	11,84	0,62	74,00	14,89	0,78	3,24	0,17	216,0	37,0	17,15			
Samst. 15. „	2210	18,56	0,84	116,00	25,85	1,17	4,74	0,26	116,5	24,0	20,6			
Mittel	1944	14,93	—	93,31	15,6	—	4,55	—	202,5	38,9	—	3,16	—	19,74

Durchschnittlich sind in beiden Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	14,93 g	=	93,31 g
Koth	3,16	=	19,74
Summe . . .	18,09 g	=	113,05 g.

IX.

Ein 22 jähriger Militärbäcker mit dem Körpergewicht von 54,6 kg, kräftig, gesund. 8 Stunden Arbeit und 8 Stunden Ruhe.

Als Nahrung nahm er Gemüse mit Fleisch, Wurst und Butter.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			NaCl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
7.VI. Ncht. 12U. bis 8.VI. Ncht. 12U.	900	7,02	0,78	43,87	14,85	1,65	1,8	0,2	121,0	28,0	23,2			
8.VI. Ncht. 12U. bis 10.VI. Mtg. 12 U.	1060	9,85	0,93	61,56	12,08	1,14	3,18	0,3	350,5	68,5	19,54	9,03	5,7	56,44
10.VI. Mtg. 12U. bis 11.VI Mtg. 12U.	1310	15,59	1,19	97,43	16,37	1,25	5,24	0,4	283,5	62,0	21,87			
Mittel	934,3	9,27	—	57,96	12,34	—	2,92	—	215,7	45,28	—	2,58	—	16,12

Durchschnittlich sind in den Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	9,27 g	=	57,96 g
Koth	2,58	=	16,12
Summe . . .	11,85 g	=	74,08 g.

X.

Ein 22 jähriger, kräftiger Militärbäcker mit dem Körpergewicht von 59,5 kg, 8 Stunden Arbeit, 8 Stunden Ruhe. Nahrung gleich IX.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			Na Cl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
7. VI. Ncht. 12 U. bis 8. VI. Ncht. 12 U.	1000	8,60	0,86	53,75	13,3	1,33	2,6	0,26	102,0	28,0	27,45			
8. VI. Ncht. 12 U. bis 10. VI. Mtg. 12 U.	1490	9,09	0,61	56,81	18,62	1,25	3,57	0,24	486,0	91,5	18,83	9,05	6,31	56,56
10. VI. Mtg. 12 U. bis 11. VI. Mtg. 12 U.	1040	8,84	0,85	55,25	13,83	1,33	2,91	0,28	100,0	24,0	24			
Mittel	1008,5	7,58	—	47,37	13,07	—	2,59	—	196,5	41,0	—	2,58	--	16,16

Durchschnittlich sind in den Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	7,58 g	=	47,37 g
Koth	2,58	=	16,16
Summe . . .	10,16 g	=	63,53 g.

XI.

Ein gesunder, kräftiger Militärbäcker im Alter von 23 Jahren, mit dem Körpergewicht von 64 kg. 8 Stunden Arbeit und 8 Stunden Ruhe.

Die Nahrung gleich dem vorigen.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			Na Cl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
8.VI. Mtg. 12U. bis 9.VI. Mtg. 12 U.	1500	13,8	0,92	86,25	24,6	1,64	2,85	0,19	123,0	35,0	28,46	7,05	5,93	44,06
9.VI. Mtg. 12U. bis 10.VI. Mtg. 12U.	1780	14,95	0,84	93,43	22,6	1,27	3,38	0,19	87,0	26,0	29,88			
10.VI Mtg. 12U. bis 11.VI. Mtg. 12U.	1150	9.2	0,8	57,5	20,7	1,8	2,07	0,18	173,0	58,0	33,52			
Mittel	1476,6	12,65	—	79,06	22,63	—	2,76	—	127,66	39,7	—	2,35	—	14,69

Durchschnittlich sind in beiden Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	12,65 g	=	79,06 g
Koth	2,35	=	14,69
Summe . . .	15,00 g	=	93,74 g.

XII.

Ein gesunder, kräftiger Militär-Bäcker im Alter von 22 Jahren, mit dem Körpergewicht von 59,8 kg.

Arbeitszeit: 8 Stunden Arbeit, 8 Stunden Ruhe.

Die Nahrung ist wie bei dem Vorigen.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			Na Cl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
8.VI. Mtg. 12U. bis 9.VI. Mtg. 12U.	1840	17,29	0,97	108,06	29,44	1,6	5,88	0,32	127,0	33,0	25,98	14,44	5,8	90,25
9.VI. Mtg. 12U. bis 10.VI. Mtg. 12U.	1340	11,52	0,86	72,0	23,85	1,78	4,02	0,3	889,0	121,0	13,61			
10.VI. Mtg. 12U. bis 11.VI. Mtg. 12U.	1420	11,07	0,78	69,19	24,99	1,76	4,11	0,29	615,0	95,0	15,44			
Mittel	1533,3	13,29	—	83,08	26,09	—	4.67	—	543,6	83,0	—	4,81	—	30,08

Durchschnittlich in beiden Excrementen sind pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	13,29 g	=	83,08 g
Koth	4,81	=	30,08
Summe . . .	18,10 g	=	113,16 g.

XIII.

Ein gesunder, kräftiger Erdbohrer im Alter von 40 Jahren, mit dem Körpergewicht von 67,5 kg. 12stündige Arbeitszeit. Nahrung gleich wie Nr. XIV.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			NaCl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
Mittw. 9. Juni	2100	8,4	0,4	52,5	20,37	0,97	2,66	0,13	348,0	63,0	18,11	10,36	6,64	64,75
Donn. 10. „	3170	6,97	0,22	43,56	14,58	0,46	2,69	0,08	197,0	29,5	14,97			
Freit. 11. „	1650	8,58	0,52	53,62	18,15	1,10	3,46	0,21	137,0	26,0	18,98			
Samst. 12. „	1420	9,51	0,67	59,44	20,3	1,43	2,55	0,18	182,5	37,5	20,55			
Mittel	2085	8,36	—	52,27	18,35	—	2,84	—	216,7	39,0	—	2,59	—	16,19

Durchschnittlich sind in beiden Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	8,36 g	=	52,27 g
Koth	2,59	=	16,19
Summe . . .	10,95 g	=	68,46 g.

XIV.

Ein kräftiger, gesunder Erdbohrer im Alter von 29 Jahren, mit dem Körpergewicht von 65 kg. Als Nahrung nahm er hauptsächlich Vegetabilien mit sehr wenig animalischer Kost. Arbeitszeit 12 Stunden.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			NaCl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
Mittw. 9. Juni	1030	10,38	1,0	64,87	23,56	1,12	3,07	0,3	52,0	14,0	26,92	11,12	6,8	6,95
Donn. 10. „	2880	9,50	0,33	59,37	14,97	0,52	3,16	0,11	205,5	43,5	21,17			
Freit. 11. „	1200	9,48	0,79	59,25	17,04	1,42	3,84	0,32	171,5	39,0	22,74			
Samst. 12. „	1560	10,92	0,7	68,25	19,19	1,23	2,96	0,19	245,5	67,0	27,29			
Mittel	1667,5	10,07	—	62,93	18,69	—	3,25	—	168,62	40,87	—	2,78	—	17,37

Durchschnittlich sind in beiden Excrementen pro Tag enthalten:

		N		Eiweiss
Urin	. . . .	10,07 g	=	62,93 g
Koth	. . . .	2,78	=	17,37
Summe	. . .	12,85 g	=	80,30 g.

XV.

Ein gesunder, kräftiger Erdbohrer im Alter von 29 Jahren, mit dem Körpergewicht von 62 kg. Arbeitszeit 12 Stunden; Nahrung gleich wie Nr. XIV.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			Na Cl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
Mittw. 9. Juni	1500	9,09	0,6	56,81	11,85	0,79	3,15	0,21	322,0	62,0	19,25	21,52	7,8	134,5
Donn. 10. „	2500	10,0	0,4	62,50	12,0	0,48	4,75	0,19	699,5	114,0	16,27			
Freit. 11. „	1010	8,08	0,8	50,50	15,55	1,54	3,23	0,32	195,0	32,0	16,41			
Samst. 12. „	1320	7,92	0,6	49,50	11,22	0,85	2,77	0,21	326,0	68,0	20,86			
Mittel	1582,5	8,77	—	54,82	12,65	—	3,47	—	385,62	69,0	—	5,38	—	33.62

In beiden Excrementen sind durchschnittlich pro Tag enthalten:

		N		Eiweiss
Urin	. . . .	8,77 g	=	54,82 g
Koth	. . . .	5,38	=	33,12
Summe	. . .	14,15 g	=	87,94 g.

So haben wir gesehen, dass der im Urin ausgeschiedene Stickstoff nur in seltenen Fällen pro Tag über 16,0 g steigt, und zwar einmal in I (Arzt), zweimal in II (Arzt), zweimal in VIII (Schmied) und einmal in XV (Erdbohrer). In allen anderen Fällen war das Quantum immer viel geringer, das Minimum betrug sogar 5,31 g (VII, Schmied). Die mittlere Menge des N's pro Tag war bei jeder Versuchsperson niemals über 15 g gestiegen, schwankte vielmehr zwischen 7,58 bis 14,93 g. Bei den 3 ganz kräftigen Bohrern in Naunhof, welche täglich 12 Stunden, ausschliesslich der Ruhezeiten, arbeiteten und deren Lohn nach der

Bohrungstiefe der Brunnen berechnet wird, so dass man annehmen kann, dass sie bei dieser Accordarbeit sich in ihrem eigenen Interesse doppelt anstrengen, haben wir gefunden, dass sie trotz ihrer sehr mühevollen Arbeit pro Tag nur 8,36, 10,07 und 8,77 g N im Urin ausschieden.

Stellen wir die Mittelzahlen des im Harn ausgeschiedenen Stickstoffes, beziehentlich Eiweisses, einer jeden Versuchsperson pro Tag zusammen, so erhalten wir folgende Uebersicht:

	N	Eiweiss
I.	14,04	87,75
II.	13,37	83,56
III.	14,68	91,73
IV.	12,63	78,94
V.	11,29	70,56
VI.	8,86	55,36
VII.	7,99	49,73
VIII.	14,93	93,31
IX.	9,27	57,96
X.	7,58	47,37
XI.	12,65	79,06
XII.	13,29	83,08
XIII.	8,36	52,27
XIV.	10,07	62,93
XV.	8,77	54,82
Mittel	11,18	69,88

und die ganze durchschnittliche Mittelzahl des N's resp. des Eiweisses der 15 Versuchsreihen beträgt zusammen pro Tag 11,18 g N = 69,88 g Eiweiss.

Ausser dem Quantum des Eiweisses, welches man geniesst, muss man auch noch berücksichtigen, in welchen Nahrungsmitteln die Eiweisskörper zugeführt werden, weil das in vegetabilischer Nahrung enthaltene Eiweiss viel unvollkommener verdaut wird als das in animalischer Nahrung zugeführte. Nach Hofmann [1])

1) Hofmann, Die Bedeutung der Fleischnahrung und Fleischconserven 1880 S. 11.

schied ein Mann, der als Nahrung 1000 g Kartoffel, 207 g Linsen, 40 g Brod mit 472,5 g festen Theilen, mit 82,1 g Eiweiss verzehrt hatte, 53,4 % des verzehrten Eiweisses unverändert aus. Als derselbe Mann 390 g Rindfleisch, 126 g Fett und 40 g Weizenmehl mit 89,9 g Eiweiss erhielt, schied er nur 18,8 % des Eiweisses der Nahrung wieder aus. Voit[1]) hat mit Recht betont, dass man bei animalischer Kost wegen der besseren Ausnutzung statt mit 118 g mit 108 Eiweiss ausreiche.

In der folgenden Tabelle möchte ich daher zeigen, wie viel Eiweiss jede meiner 13 Personen aufgenommen hatte, um die oben genannte N-Menge im Urin auszuscheiden und ferner, wie viel Procent von dem eingenommenen Eiweiss im Koth und im Urin ausgeschieden wurde. Da die Personen hauptsächlich von vegetabilischer Nahrung gelebt hatten, so kann man aus dieser Tabelle diejenige Eiweissmenge der Nahrung erhalten, mit welcher ein kräftiger Arbeiter auch bei schlechter ausnutzbarer Nahrung vollständig gesund und leistungsfähig bleiben kann.

Versuchsperson		Körpergewicht	N des Urins auf Eiweiss gerechnet	N des Kothes auf Eiweiss gerechnet	Gesammtes Eiweiss	Eiweiss des Urins	Eiweiss des Kothes
Beruf	Alter						
	Jahre	kg	g	g	g	%	%
III. Arzt	29¼	56	91,73	9,26	100,99	90,83	9,17
IV. Diener	50	52,6	78,94	7,83	86,77	90,98	9,02
V. Klempner	43	77,8	70,56	12,12	82,68	85,34	14,66
VI. Gehilfe v. Klempner	23	52,7	55,36	14,62	69,98	79,10	20,90
VII. Schmied	33	60,75	49,73	18,25	67,98	73,15	26,85
VIII. "	27	68	93,31	19,74	113,05	82,54	17,46
IX. Militär-Bäcker	22	54,6	57,96	16,12	74,08	78,24	21,76
X. " "	22½	59,5	47,37	16,16	63,53	74,56	25,44
XI. " "	23	64	79,06	14,69	93,75	84,33	15,67
XII. " "	22	59,8	83,08	30,08	113,16	73,42	26,58
XIII. Bohrmann	40	67,5	52,27	16,19	68,46	76,35	23,65
XIV. "	29	61	62,93	17,37	80,30	78,01	21,99
XV. "	29	62	54,82	33,62	88,44	61,98	38,02
		Mittel	67,47	17,38	84,85	79,52	20,48

1) Voit, Die Ernährung 1881 S. 525.

Die ganze Eiweissmenge, welche jede Versuchsperson pro Tag verzehrt hat, schwankt zwischen 63,53 g bis 113,16 g und die Mittelzahl aller 13 Personen beträgt pro Tag 84,85 g Eiweiss. Da diese Zahlen von der Untersuchung kräftiger Männer herrühren, so drücken sie höchst wahrscheinlich keineswegs das Minimum des Eiweisses aus, dessen eine erwachsene Person nothwendig bedarf, sondern es ist immer noch eine hohe Zahl.

Diese meine Resultate zeigen eine grosse Uebereinstimmung mit den schon oben von J. Ranke, Beneke, Flügge, Pflüger-Bohland und Bleibtreu-Bohland angegebenen Grössen des Eiweissbedarfes.

Was die Nahrung der Japaner betrifft, so besteht sie hauptsächlich aus Reis, Roggen, Gemüse und Fischen. Der genaueren wissenschaftlichen Untersuchungen liegen leider nicht viele vor, ich muss mich vorläufig mit denen von Scheube[1]) und von Eykmann[2]) begnügen. Scheube hat die Nahrung von 3 Japanern untersucht, deren jeder täglich aufnahm:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
	g	g	g
Krankenwärter . . .	74	6	479
Student	85	13	334
„	110	18	54
Mittel	89,7	12,3	551,7.

Ferner hat er bei diesen 3 Japanern und bei einem anderen Harnstoff im Harn titrirt und daraus die Eiweissmenge berechnet; es war darin in 24 Stunden durchschnittlich enthalten:

	Körpergewicht	Alter	Harnstoff	Eiweiss
	g	Jahre	g	g
Krankenwärter	48,5	36½	25,1	76
Student	49,0	20	26,5	80
„	54,0	28	28,0	85
„	54,0	24	33,0	99

1) Scheube, a. a. O.
2) Eykmann, a. a. O.

Eykmann[1]) hat gefunden, dass in der militärischen Akademie zu Tokio jedem Studenten in der Nahrung pro Tag 83,07 g Eiweiss, 13,67 g Fett und 622 g Kohlehydrate zukommt. Von 83,07 g Eiweiss werden 48,25 g (58,1 %) im Reis geliefert. Wenn in Sachsen viele Arbeiter unter der täglichen Aufnahme von 70—90 g Eiweiss starke, körperliche Arbeit zu leisten im Stande sind, so müssen auch Japaner mit der Eiweissmenge von 80—90 g täglich gleiches thun können.

Man hat oft in Japan zum Vorwurfe gemacht, dass in der Nahrung der Japaner in der Regel sehr wenig Fette sich befinden. Scheicke (a. a. O.) hat gefunden, dass ein Student täglich nur 13 g Fett, ein anderer 18 g genoss, bei einem Krankenwärter hat er sogar nur 6 g Fett in einem Tage constatirt. Dieser Mangel der Nahrung an Fett thut gar nichts, da dieselbe sich durch die Kohlehydrate ganz gut ersetzen lassen. Ich glaube, dieser Umstand wird instinctiv aber ganz richtig gewählt, weil Japan durchschnittlich viel wärmer ist als Europa und infogedessen die Einwohner solche Speise geniessen, die die Körperverluste decken und zugleich wenige Wärme erzeugen. Diese Stoffe sind eben Kohlehydrate.

Ob der Japaner unnützlicher Weise grosse Quantitäten Kohlenstoff verzehrt, kann ich wegen des Mangels an Versuchen nicht genau sagen, aber wenn ich Berechnungen an der Hand von Scheube und Eykmann anstelle, so finde ich keine übermässige Menge von Kohlenstoff, wie man sie bei gewöhnlicher japanischer Nahrung vermuthen kann. Nach Scheube kommt jeder Versuchsperson täglich 203,63 bis 312,51 g C zu.

	Krankenwärter		Student		Student	
	Nahrungsmenge in g	C-Menge in g	Nahrungsmenge in g	C-Menge in g	Nahrungsmenge in g	C-Menge in g
Eiweiss . . .	74,0	39,5	85,0	45,39	110,0	68,74
Fett	6,0	4,59	13,0	9,94	18,0	13,77
Kohlehydrate .	479,0	212,67	334,0	148,3	542,0	240,0
Gesammte C-Menge		256,76		203,63		312,51

1) Eykmann, a. a. O.

Man findet also hier geringere Zahlen als die von Voit angenommenen 328 g C.

Aus der Analyse der von Eykmann untersuchten Nahrung in der Militärakademie zu Tokio berechne ich pro Tag und Kopf:

	Menge der Nahrungsstoffe in g	C-Menge in g
Eiweiss	38,04	44,36
Fett	13,67	10,46
Kohlehydrate	622,44	276,36
	Gesammte C-Menge	331,18

In diesem Falle ist die Kohlenstoffmenge annähernd der Voit'schen Zahl gleich.

Wir haben also gesehen, dass sowohl in der von Scheube, als auch von Eykmann untersuchten Nahrung eine genügende Menge von Eiweisskörpern enthalten ist, auch dass kein Ueberschuss von Kohlehydrate existirt.

Alle diese Angaben zeigen uns, dass die japanische Nahrung, wenigstens die von beiden Autoren untersuchte, vollständig ausreicht, um nicht nur den Körperverlust zu decken, sondern auch um schwere Arbeit leisten zu können.

Neuerlich sind in Tokio Jdzi-Shin-Shi [1]) sehr interessante Untersuchungen erschienen, welche meine Collegen, die Herren Táwara, Murái, Aráo, Hiráno, Yaniagutzi, Kitáo und Sudá mit grösstem Fleisse gemacht haben. Diese Herren untersuchten nämlich alle möglichen Nahrungsmittel, welche in Japan gewöhnlich vorkommen, chemisch und haben sehr grosse Tabellen zusammengestellt. Herr Sudá hat ausserdem noch die Nahrung von drei japanischen Schulen und eines grossen Tuchgeschäftes zu Tokio — Yetzigoya — wo hunderte von Personen sich beschäftigen, untersucht. Die Untersuchung geschah nach der ersten Methode; er hat nämlich die Rohmaterialien in der betreffenden Küche gewogen, durch die Anzahl der Personen dividirt und daraus die Nahrungsstoffe berechnet. Sein Resultat ist folgendes:

1) Tokio Jdzi-Shin-Shi (Tokio medicinisches Journal) 1887 Heft 471—486

Name der Schule oder Geschäft	Alter der Personen	Anzahl der Personen	pro Tag und Kopf			
			Ei-weiss	Fett	Kohle-hydrate	Ge-sammte Menge
	Jahre		g	g	g	g
1. Lehrerseminar . . .	17—25	130	114,85	31,4	634,9	781,24
2. Ko-Gioku-Sha . . .	a. 11—14 / b. 15—21	21 / 48 } 69	78,66	12,66	470,1	561,42
3. Futa-matzu-Goku-Sha	14—27	59—66	69,18	10,04	449,62	528,84
4. Tuchgeschäft Yetzigoya	11—16 / 17—50	21 / 69 } 90	64,80	5,98	394,54	454,94

Diese von ihm gefundenen Zahlen schwanken in sehr weiten Grenzen, z. B. beträgt die Menge der Eiweisskörper in der Nahrung von Yetzigoya nur 54,8 g, während die im Lehrerseminar 114,85 g war! Herr Táwara, welcher noch die Liebig'sche Theorie festhält und nach ihm die Nahrungsmittel in plastische und Respirationsmittel eintheilt, ist der Ansicht, dass das japanische Volk in Folge der unzureichenden Nahrung kleiner und schwächlicher geworden sei als in der guten alten Zeit, obgleich er selbst nichts zu beweisen vermag. Ich weiss nicht, ob die Japaner wirklich kleiner und schwächer geworden sind, aber ich finde es genug, wenn sie gesund und kräftig wie jetzt sind. Mit Ausnahme des Lehrerseminars sind die täglichen Eiweissmengen in den drei Nahrungen sehr wenig und sogar weniger als in der Kost der Kinder von 6—15 Jahren im Münchener Waisenhause, in welchem Voit[1]) 79 g Eiweiss, 35 g Fett und 251 g Kohlehydrate pro Tag und Kopf gefunden hat. Hildesheim[2]) hat für Kinder von 6—10 Jahren 69 g Eiweiss, 21 g Fett und 210 g Kohlehydrate als nothwendig angegeben. Die Eiweissmenge der zweiten und dritten Schule ist fast der von ihm angegebenen Eiweissmenge der Kinder gleich, die des Tuchgeschäftes aber, obgleich in derselben sich Kinder mit befinden, weniger als die letzte. Als ich in Tokio war, habe ich oft die Gelegenheit gehabt, mich zu überzeugen, dass die meisten Personen in dem Ge-

1) Voit, Untersuchung der Kost 1877 S. 125.
2) Hildesheim, Die Normaldiät 1856 S. 47.

schäfte gesund und sehr lebhaft sind. Sie arbeiteten den ganzen Tag von früh bis spät nachts ohne die in Europa häufigen Sonn- und Feiertage — höchstens treffen jährlich einige Ruhetage. Es ist schade, dass Herr Táwara den. Gesundheitszustand dieser Leute nicht angegeben hat, aber ich glaube, dass sie ebenso gesund sind wie vorher, denn so lange das Geschäft besteht, müssen sie tüchtig arbeiten, was nur gesunde Leute machen können. Herr Táwara braucht sich nicht zu betrüben, dass die Leute so wenig Eiweiss einnehmen; denn wenn man trotz weniger Eiweissaufnahme so viele Arbeit zu leisten im Stande ist, so ist es kein Nachtheil. Es ist bemerkenswerth, dass die Geschäftsleute nicht etwa wenige Tage in dem Geschäfte sich aufhalten, sondern meistens mehrere Jahre, sogar lebenslang, von Kindheit an bis zum Greisenalter.

Zum Schlusse möchte ich der Ansicht entgegentreten, dass ich mich der Fleischnahrung gegenüber überhaupt ablehnend verhalte. Ich verwerfe natürlich das Fleisch nicht, ich meine nur, dass man dasselbe durch andere N-reiche Körper sehr wohl ersetzen kann, z. B. durch Fische. Gerade in den Ländern wie in Japan, welche grosse Vorräthe von Fischen, aber wenige von Fleisch haben, finde ich gar keinen Grund, dass man andere, N-reichere Nahrungsmittel als Fische importiren soll. Jetzt muss man in Tokio für 450 g Fleisch ohne Beilage in mittleren Sorten ca. 25 Sen (90 Pf.), für 1 Pfd. Butter 60 Sen (M. 2) und für 1 Sho Milch (1,8 l) M. 1,5, bezahlen gegenüber den Preisen in Sachsen 80 Pf., M. 1,40 und 40 Pf., während alle anderen Lebensmittel in Japan bedeutend billiger sind als in Europa.

Ueber den Bacteriengehalt der öffentlichen Brunnen in Kaiserslautern.

Von

Dr. Th. Bokorny.

Die Frage der Einführung einer Wasserleitung in Kaiserslautern, die in der letzten Zeit eine ziemlich brennende geworden ist, hat früher schon mehrfach zu einer wissenschaftlichen Untersuchung des Kaiserslauterer Brunnenwassers geführt, vorwiegend nach der chemischen Richtung hin. Im letzten Sommer wurde Verfasser aus eben demselben Grunde veranlasst, die öffentlichen Brunnen der Stadt auf ihren Bacteriengehalt zu prüfen, um daraus neue Anhaltspunkte für die Nothwendigkeit oder Entbehrlichkeit einer Wasserleitung zu gewinnen. Nachdem diese bacteriologischen Untersuchungen nun ausgeführt sind, dürfte es vielleicht auch für weitere Kreise von Interesse sein, die dabei erhaltenen Resultate zu erfahren.

Die Probenahme erfolgte immer von mir persönlich. Nach längerem Auspumpen des zu untersuchenden Brunnens wurde das Wasser in ein kleines, sterilisirtes, mit Wattepfropf verschlossenes Glaskölbchen gefüllt, die Temperatur des Brunnenwassers genommen und der Geschmack versucht. Unmittelbar nach der Zurückkunft wurde das betreffende Wasser mit Gelatine angesetzt, da bei längerem Stehen des Wassers die Zahl der Pilze, wie ich mich oft überzeugte, auf's Vielfache steigen kann.

Im allgemeinen führte ich meine Untersuchungen genau nach den Instructionen aus, wie sie in Hüppe's »Methoden der

Bacterienforschung« zu finden sind, d. h. es wurden in der bekannten Weise abgemessene Mengen von Wasser mit Gelatine vermischt, auf Platten ausgegossen. Von der Zuverlässigkeit meiner Arbeiten überzeugte ich mich überdies von Zeit zu Zeit, indem ich gewisse Brunnenwasser mehrfach zu gleicher Zeit mit Gelatine ansetzte. War meine Arbeit richtig, so musste ich bei allen Versuchen ähnliche Resultate erhalten, sowohl der Zahl als der Art der Pilze nach; — so verhielt es sich auch.

Mit Rücksicht auf den Umstand, dass das vom Brunnen geholte Trinkwasser oft Stunden lang vor dem Genuss ruhig stehen bleibt — das bei nächtlichem Durst eingenommene Wasser kann wohl 10—12 Stunden gestanden haben — untersuchte ich fast jedes Wasser nochmal nach 10—12stündigem Stehen auf seinen Bacteriengehalt und erhielt dabei häufig viel höhere Zahlen, übereinstimmend mit den Untersuchungen Anderer.

Folgende Tabelle gibt einen Ueberblick über die bacteriologische Beschaffenheit der Brunnenwasser Kaiserslautern's:

Datum der Untersuchung	Nummer des Brunnens	Strasse	Temp. des Wassers in °	Aussehen des Wassers		Geschmack	Zahl der Keime in 1 ccm Wasser	
				gleich nach Entnahme	nach 2 täg. Stehen		gleich nach Entnahme	nach 10 h Stehen
19. Juni	2	Mozartstrasse	10	klar	klar	nicht schlecht	0	3
24. April	3	Parkstrasse	10	„	„	nicht gut	100	115
21. Juni	4	Pirmasenser u. Denisstr.	10	„	„	gut	0	—
23. „	5	Glocken- u. Logenstr.	10	„	„ trüb von	nicht schlecht	40	50
9. „	6	Mainzer Thor	10	„	Pilzen	„	250	etwa 10000
22. Mai	7	Gaustrasse bei Bender	—	„	—	„	200	—
9. Juni	7	„	10	„	—	„	150	etwa 10000
22. Mai	8	Ländelstr.	10	„	klar	gut	25	—
22. „	9	Mannheimer- u. Friedenstr.	10	„	—	nicht schlecht	300	—
22. „	10	Bäcker- u. Mannheimerstrasse	10	„	—	„	12	—
7. Juni	11	Josephstr.	10	„	klar	„	60	100

Datum der Untersuchung	Nummer des Brunnens	Strasse	Temp. des Wassers in °	Aussehen des Wassers		Geschmack	Zahl der Pilzkeime in 1 ccm Wasser	
				gleich nach Entnahme	nach 2 täg. Stehen		gleich nach Entnahme	nach 10 h Stehen
23. Juni	12	Fackel-Rondell	10	klar	klar	nicht schlecht	30	150
26. „	13	Mühlstr. an Orth's-Keller	10	„	„	gut	50	100
20. April	14	Wolpertstr.	10	„	„	nicht schlecht	300	350
5. Juni	15	Matzenstr.	10	„	„	nicht gut	10	30
19. „	16	Alleestr.	10	„	„	gut	0	0
27. April	17	Marktstr. gegenüber dem Riesen	10	„	„	„	0	0
7. Juni	18	Albrechtstr.	10	„	„	nicht schlecht	120	100
24. Mai	18	„	10	—	—	—	200	—
19. Juni	19	Kerststr.	10	klar	klar	gut	0	0
24. Mai	20	Wiesenstr.	9	„	„	„	20	—
7. Juni	20	„	10	„	„	„	24	27
17. „	21	Fackelstr.	10	„	„	„	1	1
26. „	22	Mühlstr. am Polizeiarrest	10	„	„	„	0	0
27. Mai	23	Stiftsplatz	10	„	„	„	0	—
5. Juni	23	„	10	„	„	„	0	1 [1])
27. Mai	24	Klosterstr.	10	„	—	nicht schlecht	55	— [2])
7. Juni	25	Mannheimerstr. (Lauersches Haus)	10	„	—	nicht gut	120	—
22. April	26	Fröbel- u. Laubstr.	10	„	klar	gut	10	23
15. Juni	27	Schneiderstr.	10	„	„	nicht schlecht	11	24
12. „	28	Steinstr.	10	„	„	„	30	70
15. „	29	Rummelstr.	10	„	„	gut	0	0
27. Mai	30	Frühlingsstr.	10	„	„	„	20	—
12. Juni	31	Marktstr. bei Wittwe Spatz	10	„	„	nicht schlecht	10	—
15. „	31	„	10	„	„	„	10	30
27. Mai	32	Schiller-Platz	11	„	„	gut	3	— [3])
27. Mai	33	Rathhaus-Platz	11	„	„	nicht schlecht	8	—

1) Nach 60 h viele Tausend. 2) Nach 72 h unzählige. 3) Nach 48 h 1500.

Datum der Unter-suchung	Nummer des Brunnens	Strasse	Temp. des Wassers in °	Aussehen des Wassers		Geschmack	Zahl der Pilzkeime in 1 ccm Wasser	
				gleich nach Entnahme	nach 2täg. Stehen		gleich nach Entnahme	nach 10 h Stehen
5. Juni	34	Ritterstr. bei Fr. Laval	10	klar	klar	nicht schlecht	5	— 1)
18. April	35	Gaustr. bei Schuck	10	„	„	„	10	15
27. Mai	36	Sophienstr.	10	„	„	„	15	—
2. Juni	37	Ludwigs-Schulhaus	10	„	„	„	150	— 2)
23. „	38	Stahlstr.	10	„	„	gut	0	0
22. April	39	Industrie-schule	10	„	„	nicht schlecht	50	—
31. Mai	40	Realschule	12	„	„	„	20	40
31. „	41	Maxschule	12	„	„	„	2	3
2. „	42	Brunnenstr.	11	„	„	„	120	—
26. Juni	43	Pariserstr. (Bauamt)	10	„	„	nicht gut	1	3
28. „	44	Kinder-gartenstr.	9	„	„	nicht schlecht	300	350
28. „	45	Pariser- u. Sonntagsstr.	10	klar mit einem Stich in's Gelbe		„	54	5
23. „	46	Hohenecker-strasse	10	klar	klar	„	10	30
3. Juli	47	Pariserstr.	10	„	„	„	1	2
3. „	49	Klee- u. Wollstr.	10	„	„	„	120	450
4. Juni	50	Bier- u. Kanneistr.	10	„	„	„	20	44
3. Juli	51	Hasenstr.	10	—	—	„	85	92
19. Juni	52	Pfründnerstr.	10	nicht ganz klar	—	„	etwa 100000	unzählige
28. „	53	Lutrinastr.	9	klar	klar	gut	0	0
3. Juli	54	Schützenstr.	10	„	„	nicht schlecht	98	112
9. Juni	55	Lehrerbil-dungsanstalt	10	„	„	„	700	1500
5. „	56	Salzstr.	10	„	„	„	15	0
5. „	57	Ritterstr. am Dekanat	10	„	—	„	20	— 3)
3. Juli	58	Kleestr.	10	„	klar	„	3	8
5. „	59	Jäger- u. Ziegelstr.	10	„	„	gut	5	12
12. Juni	60	am Spritzen-haus	11	nicht ganz klar	—	nicht schlecht	300	500

1) Nach 36 h unzählige. 2) Nach 36 h etwa 150000. 3) Nach 36 h unzählige.

Datum der Untersuchung	Nummer des Brunnens	Strasse	Temp. des Wassers in °	Aussehen des Wassers		Geschmack	Zahl der Pilzkeime in 1 ccm Wasser	
				gleich nach Entnahme	nach 2 täg. Stehen		gleich nach Entnahme	nach 10h Stehen
12. Juli	61	Löwenstr.	10	klar	klar	gut	2	5
19. Juni	62	Schul- u. Schubertstr.	9	„	„	„	0	0
6. Juli	63	Alter Friedhof	9	„ bei Regenwetter lehmig	„	nicht schlecht	10	2
9. Juni	64	am Bäckerstein	11	klar	klar	„	0	0
9. „	65	Neuer Friedhof	10	„	„	„	4	2000
15. Mai	67	Lerchenstr.	10	„	„	gut	120	—
24. April	68	Trippstadterstrasse	10	„	„	„	6	10
28. Juni	69	Spital, alter Brunnen	13	trüb	gelblich	ganz schlecht	unzählige (Millionen)	
28. „	69a	Spital, neuer Brunnen	13	trüb	trüb	schlecht	unzählige (Millionen)	
17. „	70	Schieferstr.	10	klar	klar	gut	12	12
26. „	71	Schuster- u. Hasenstr.	10	„	„	nicht schlecht	5	—
31. Mai	72	Gewerbe-Museum	11	„	„	„	2500	8000
2. Juni	73	Gymnasium	12	„ (bei Regenwetter sandig)	„	nicht gut	1000	— [1]
10. Juli	74	Weberstr.	10	klar	klar	nicht schlecht	20	12
17. Juni	75	Eisenbahnstr.	10	„	„	gut	0	0
28. „	76	Pafiserstr. Gittinger'sches Haus	10	nicht ganz klar	trüb	nicht gut	unzählige	unzählige
2. Juli	78	Schubertstr.	10	klar	klar	gut	2	0
21. Juni	79	Ziegelstr.	10	„	„	„	3	5
15. „	80	Karlstr.	14	„	„	lau	12	11
15. „	81	Stiftsstr.	10	„	„	gut	3	4

Aus vorstehender Tabelle geht hervor, dass gewaltige Unterschiede vorhanden sind zwischen den untersuchten Brunnen. Manche enthalten 0 Keime, andere Tausende, wieder andere Millionen von Keimen pro 1 ccm Wasser. Letztere Brunnen scheinen ihren Bacterienreichthum einer starken Verunreinigung des betreffenden Terrains zu verdanken, was besonders dadurch wahrscheinlich gemacht wird, dass die 4 Brunnen von dieser

1) Nach 36h unzählige.

Qualität, nämlich Brunnen Nr. 52, 69, 69a und 76 sich unmittelbar benachbart sind, auf dem Terrain des Hospitals, und sonst kein Brunnenwasser der ganzen Stadt an Bacterienreichthum diesen 4 Brunnen nur annähernd gleichkommt. Hingegen schwankt die Bacterienzahl bei den übrigen Brunnen immerhin zwischen 0 und 2500. Brunnen von 50 und 100 Pilzkeimen pro 1 ccm Wasser sind keine Seltenheit.

Was nun die Art der vorhandenen Pilze anlangt, so ist klar, dass bei der grossen Zahl der untersuchten Brunnen eine vollständige Bestimmung aller vorkommenden Bacterien nicht versucht werden konnte. Verfasser beschränkte sich darauf, die Colonien zunächst mit schwacher Vergrösserung genau zu besehen, dann die Form und Grösse der Bacterien mit Oelimmersion zu studiren. Hierbei stellte sich zweifellos heraus, dass die Pilzvegetation im Kaiserslauterer Wasser eine höchst einförmige ist. Es sind im wesentlichen 2 verschiedene Bacterien, die immer wieder auftreten: 1. ziemlich dicke, unbewegliche Stäbchen (die aber 2-theilig sind), deren Colonien kreisrund, flach sind, glatten Rand und gelblich-weisse Farbe besitzen, und die Gelatine nicht oder höchst langsam verflüssigen. 2. Lebhaft bewegliche, feine Stäbchen (ebenfalls zusammengesetzt), deren Colonien die Gelatine rasch verflüssigen. Durch letztere wird die Untersuchung oft in höchst unangenehmer Weise gestört. Ausser diesen beiden wurden da und dort in geringer Zahl auch andere Spaltpilze gefunden, z. B. Sarcina und andere, dann und wann auch Sprosshefe. Cholera-, Typhus- und Milzbrandbacillen waren nicht vorhanden; sie konnten bei dieser Methode kaum übersehen werden.

Zum Schluss sei auch auf die Beziehung der Ergebnisse meiner Untersuchung zu jenen der chemischen [1]) hingewiesen. Häufig wurde schon gefunden, dass sich beide nicht im geringsten decken. Im vorliegenden Falle aber stellte sich eine Uebereinstimmung insofern heraus, als alle Brunnen, welche in chemischer Beziehung gut waren, auch bacterienarm sich zeigten. Die chemisch schlechten Brunnen hatten bald viel, bald wenig Bacterien.

1) Die chemische Untersuchung wurde von Herrn Prof. Ferd. Rhien in Kaiserslautern ausgeführt. Für die Erlaubnis der Benützung jener Resultate sei hiermit der gebührende Dank ausgesprochen.

Ein neues Geheimmittel zum Flammenschutz.

Von

C. E. Helbig.

(Mittheilungen aus dem hygienischen Laboratorium der Albertstadt-Dresden.)

Im Laufe der letzten Jahrzehnte waren die Culturstaaten genöthigt, ihre Kriegsbereitschaft fortlaufend zu erhöhen und das hierzu nöthige Geräthe schon im Frieden in immer wachsender Menge anzuhäufen. Es ist daher erklärlich, dass die Sorge für die Sicherung des Kriegsmaterials insbesondere gegen Feuer sich vermehrte und zahlreiche Angebote seitens der Industrie veranlasste. Ein erhöhtes Interesse für Sicherung von Militärgebäuden gegen Schadenfeuer erwachte für Deutschland in den letzten Jahren auch durch die Aufhebung der »Geschäfts-Ordnung für die Verwaltung der Königlich Preussischen Garnison-Anstalten«, vom 22. April 1843. Dieses Reglement bestimmte nämlich in der Anmerkung zu § 98:

> »Der Regel nach sollen sämmtliche zum Ressort der Garnisonverwaltungen gehörigen Gebäude nicht in die Feuersocietäten aufgenommen werden, weil im Ganzen die Feuersocietäts-Beiträge mehr kosten würden, als vorkommende Feuerschäden.«

Die Prüfung der Feuerschutzmittel auf Wirksamkeit und Preiswürdigkeit ist zwar in erster Reihe eine Aufgabe der Technik, sie kann jedoch aus verschiedenen Gründen von den hygienischen Untersuchungsstätten nicht abgelehnt werden. Lässt sich doch überhaupt kaum eine scharf scheidende Grenze der beiden Gebiete: Gesundheitspflege einerseits und Rettungswesen andererseits ziehen.

Im Jahre 1885 war von einer Truppe zur Sicherung ihrer Vorräthe an Bekleidungsstücken die Imprägnirung der hölzernen Balken und Wände der Vorrathskammern mit »Cyanit« (und die Ausstellung von Löschgranaten) dortselbst in Aussicht genommen. Dies veranlasste die Intendantur des kgl. sächsischen

(XII.) Armeecorps, den Cyanit (und alle im Handel damals zu erlangenden Löschgranaten) im hygienischen Laboratorium der Albertstadt-Dresden untersuchen zu lassen.

»Cyanit« war damals bereits als Wasserglaslösung in der technischen Literatur entlarvt. Da nun aber in neuerer Zeit bei vielen Geheimmitteln diese sog. »Entlarvungen« oder »Enthüllungen« ihrer Bestandtheile sich hinterher als nicht oder nicht ganz zutreffend erwiesen, so fragte es sich auch hier, ob nicht wenigstens dem Wasserglase noch ein (vielleicht dessen Wirksamkeit erhöhender) Bestandtheil zugefügt sei. Mehrere Gründe schienen diese Annahme zu stützen: Zunächst der zehnfache Preis des Cyanits gegenüber dem rohen Wasserglase, sodann der Umstand, dass die Erzeugerin des Cyanits: »the patent liquid fire-proof Cyanite c° (limited) London« vorzügliche Zeugnisse englischer Bauverständiger und Feuerwehrvorstände beibrachte und angab, ihr Erzeugnis werde im Arsenal zu Woolwich, ferner im englischen Kriegsministerium und von der kgl. Eisenbahnbau-Inspection in Hameln angewandt.

Es liess sich doch kaum annehmen, dass solche Stellen das Opfer eines plumpen Schwindels geworden oder die Zeugnisse derselben gefälscht seien.

Dennoch ergab die Analyse, dass das »Cyanit« nur Wasserglas und zwar der rohesten, billigsten Art war. Qualitativ liessen sich ausser Natrium, Kieselsäure, Wasser die gewöhnlichen Verunreinigungen: Schwefelsäure, Chlor, Eisenoxydul, Thonerde etc. nachweisen. Als Identitäts-Reaction diente die Bildung der sog. »anorganischen Zelle«: ein Theil Cyanit wurde mit einigen Theilen Wasser verdünnt und ein Stück trockenes Eisenchlorid (oder Eisenchlorür und Chlorid) hineingeworfen; es bildeten sich sofort die vegetationsartigen Röhren und Knollen wie in gewöhnlichem verdünntem Natron-Wasserglas.

Allerdings zeigten sich auch einige abweichende Reactionen. So gab Cyanit mit wässeriger Sublimatlösung einen schwarzen, Wasserglas aber einen gelben Niederschlag. Dieser Unterschied war jedoch nur durch den grösseren Gehalt des Cyanits an Eisenoxydul bedingt. Wurde letzteres durch Permanganatlösung

beseitigt und der Ueberschuss an Permanganat durch Wasserstoffsuperoxyd entfernt, so erzeugte Sublimatlösung einen ebenfalls gelben Niederschlag. — Der Gehalt an Eisenoxydul erklärte sich unschwer aus der Versendung des Cyanits in eisernen Blechflaschen und bewirkte bei der Aufbewahrung ein Nachdunkeln der Flüssigkeit.

Auch die quantitative Analyse ergab nur, dass Cyanit etwa zehnmal mehr Eisen (nämlich 0,14 % Fe) enthielt, als gewöhnliches Wasserglas des Handels.

Da man bei Enthüllungen von Geheimmitteln, wie die Erfahrung der letzten Jahre lehrt, auf alle möglichen Einwände und Ausflüchte seitens der hierdurch Geschädigten bedacht sein muss, so war zu erwarten, dass der Fabrikant, wenn er auch die Richtigkeit der Analyse zugab, behaupten könne, Cyanit enthielte neben dem rohen Wasserglase eine durch die Analyse nicht auffindbare, aber eine erhöhte Wirksamkeit bedingende Verbindung. Ein solcher Einwand wäre analytisch um so schwieriger zu widerlegen gewesen, als das käufliche Wasserglas keineswegs ganz gleichmässig zusammengesetzt und ausserdem der chemische Bau solcher Silikate nicht einfach und nicht zur Genüge wissenschaftlich aufgeklärt ist. Es wurde deshalb durch Versuche unmittelbar die Wirksamkeit des Cyanits im Vergleiche zu dem rohen und officinellen Wasserglase in der Weise geprüft, dass Stücke von Pappe und Holz mit diesen Substanzen bestrichen, 48 Stunden lang getrocknet und alsdann der Einwirkung von Hitze ausgesetzt wurden. Für die Wirksamkeit des Flammenschutzmittels gab hierbei die Ausdehnung der von der Oberfläche der Stücke aus beginnenden Verkohlung einen relativen Maassstab in dem Falle, dass die Hitze einer und derselben Wärmequelle, nämlich eines in gleichartiger Gluth erhaltenen Stubenofens je eine Minute lang eingewirkt hatte. Wurde die Dicke der Hölzer so gewählt, dass auch die ohne Anstrich gebliebenen im Innern noch nicht verkohlt waren, so erlaubte die leicht auszuführende Messung der Dicke der unversehrt gebliebenen Holzschicht die Beurtheilung des Grades der Verkohlung. Es zeigte sich hierbei das Wasserglas dem Cyanit in der Mehrzahl der Versuche überlegen. In

einer anderen Versuchsreihe wurden Bretter und Pappen über eine Bunsenflamme gelegt und die Anzahl der Secunden gezählt, welche bis zum Herausschlagen von Flammen aus dem Holze oder der Pappe verflossen. Da der Schutz vor dem Entflammen und Weiterbrennen in noch höherem Grade die Aufgabe eines Flammenschutzmittels bildet, als der Schutz vor der Verkohlung, so musste sich hierbei eine etwaige specifische Flammenschutzwirkung am deutlichsten zeigen. Es entflammten nun beispielsweise über der einen Bunsenflamme:

ungestrichene Hölzer nach . .	25, über einer andern nach	15 Sec.
mit Cyanit gestrichene Hölzer nach	27, „ „ „ „	17 „
„ Wasserglas „ „ „	45, „ „ „ „	20 „

Im gleichartigen Sinne fielen auch die übrigen Versuche aus. Nur in einer Hinsicht zeigte sich Cyanit dem Wasserglase merklich überlegen, nämlich beim einseitigen Anstreichen auf Pappe, wie ein solches bei Coulissen und anderen Bühnendecorationen stattfindet. Hier schlugen beispielsweise Flammen aus:

ungetränkter Pappe nach . . .	20 Secunden
mit Cyanit getränkter Pappe nach	30 „
mit Wasserglas „ „ „	24 „

Die Ursache der erhöhten Wirksamkeit in diesem Falle ist offenbar die höhere Alkalinität, welche das Eindringen in das durchlässige Gewebe erleichtert. Ausserdem bildet Natron an sich ein gutes Flammenschutzmittel und wurde als solches von Sala 1880 empfohlen. Im Uebrigen ist der hohe Natrongehalt der Verwendung von Cyanit bei Anstrichen hinderlich, da er das Trocknen erschwert und vermuthlich auch den Zusatz von Farben beschränkt.

Als Ergebnis aus Vorstehendem folgt, dass Cyanit zwar ein zum Tränken von Holzwerk und Pappe geeignetes Flammenschutzmittel darstellt; da er jedoch von gewöhnlichem Natronwasserglase nur durch grössere Unreinheit und einen höheren Natrongehalt sich unterscheidet, so beträgt sein Preis mehr als das Zehnfache des Werthes. Sollte dieser höhere Natrongehalt bei irgendeiner Verwendungsweise erwünscht sein, so lässt sich derselbe durch Zusatz von Aetznatron zu Wasserglas einfach und billig herstellen.

Kesseldampf unter Siedetemperatur.

Ein Vorlesungsversuch

von

C. E. Helbig.

Vor etwa zwölf Jahren beschrieb Pettenkofer[1]) eine einfache Vorrichtung, welche zeigte, dass von einem blechenem Gefässe, welches das Modell einer geschlossenen Abtrittsgrube darstellen soll und in welchem eine Lunte glimmt, nur wenig sichtbarer Rauch durch ein offenes Rohr in das darüber befindliche Modell eines Zimmers, selbst wenn in demselben eine Flamme brennt, aufsteigt. Bringt man aber in diesem Gefässe eine zweite Oeffnung an, so dringt der Rauch lebhaft in das Zimmermodell ein Dieser anschauliche Versuch wurde seitdem oft beschrieben[2]) und wohl häufig in Vorlesungen über Gesundheitspflege vorgeführt. Es dürfte deshalb vielleicht die nachstehend beschriebene, auf demselben Grundsatze beruhende Erscheinung um so mehr von Interesse sein, als sie auch für die Praxis in einigen Fällen unmittelbare Bedeutung hat:

Kocht man in einem metallenen Kessel etwa von der Gestalt, wie *a* in umstehender Fig. 1 zeigt, Wasser, so strömt durch das aufgesetzte gläserne *T*-Rohr *b* sichtbarer Wasserdampf aus, welcher genau die dem jeweiligen Barometerstande entsprechende Siedetemperatur besitzt. In der That benutzt man eine derartige Vor-

1) Max v. Pettenkofer, Vorträge über Kanalisation und Abfuhr. München 1876, S. 34.

2) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege (1879) Bd. 11, S. 125. — Roth, Veröffentlichungen u. s. w. Berlin 1879, S. 183.

richtung zur Prüfung eines Thermometers auf die Richtigkeit der Siedepunktangabe. Das Instrument wird hierzu bei *c* so in die Röhre gehängt, dass die Kugel noch unterhalb des Abganges der Zweigröhre *b* sich befindet. Das Abblasen des Dampfes aus *b* gilt als Zeichen, dass der Siedepunkt erreicht ist; es wird nun das Thermometer abgelesen und seine Angabe mit einer Siedetabelle verglichen, beziehentlich nach der Formel: $t = 100° + 0{,}0375° (b - 760)$ beurtheilt.

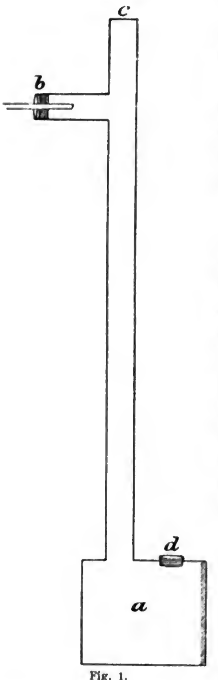


Fig. 1.

Das Ausströmen von sichtbarem Dampfe aus *b* ist aber nur dann ein Zeichen des Siedens, wenn der Kessel *a* geschlossen ist. Oeffnet man ihn, z. B. bei *d*, so bläst schon u n t e r der Siedetemperatur sichtbarer Wasserdampf aus *b* ab. Selbst im geheizten Zimmer bleibt letzterer bis herab zu + 40 ° C. (im gläsernen *T*-Rohr gemessen) sichtbar. Es gelingt infolgedessen die Verwerthung der Erscheinung als Vorlesungsversuch leicht.

Von praktischer Bedeutung ist dieselbe bei der erwähnten Controle der Thermometer und ferner i n d e r D e s i n f e c t i o n s p r a x i s, w o e i n u n d i c h t e r A p p a r a t r e c h t d e u t l i c h d e n n e u e r d i n g s v e r l a n g t e n »s t r ö m e n d e n W a s s e r d a m p f« a b b l a s e n k a n n, o h n e d a s s d i e S i e d e t e m p e r a t u r a u c h n u r a n n ä h e r n d e r r e i c h t i s t.

Ueber die Vertheilung der Luftfeuchtigkeit in München.

Von

Gottfried Oswald,

approb. Arzt aus Mühlhausen in Thüringen.

Es ist eine durch vielfache Erfahrungen sicher constatirte Thatsache, dass in vielen Städten die Ausbreitung epidemischer Krankheiten eine sehr verschiedene ist nach der Lage der einzelnen Stadttheile. Gewisse Vorstädte werden z. B. stärker befallen, wenn Cholera oder Typhus herrschen, als das Innere der Stadt, oder höhere Stadttheile weniger als tiefgelegene; ein andermal ist das linke Flussufer mehr begünstigt als das rechte, kurz es sind locale Verschiedenheiten im Areale einer Ortschaft vorhanden, welche regelmässig wiederkehren, oder bei einer Epidemie sich gerade umgekehrt gestalten wie bei einer vorhergehenden. Wer sich die Mühe nimmt, nur die zahlreichen epidemiologischen Arbeiten Pettenkofer's, ganz abgesehen von vielen anderen Beobachtungen, welche in der Literatur der ganzen Welt zerstreut sind, durchzulesen, kann darin eine grosse Anzahl von Belegen für diese nunmehr sicher constatirte Thatsache, über deren Deutung jedoch noch Meinungsverschiedenheiten bestehen, auffinden. Es ist damit der hygienischen Forschung ein weites Arbeitsgebiet eröffnet, auf dem schon manche werthvolle Untersuchungen gemacht wurden, welche jedoch meist den Erdboden zum Gegenstand hatten.

Grundwasser, Grundluft, Porosität, Permeabilität des Bodens für Luft und Wasser, die Zersetzungsvorgänge im Boden, das Verhalten der niederen Pilze in verschiedenen Bodenarten — all' diese Factoren der Oertlichkeit sind Gegenstände der Untersuchung

geworden, an welchen die Hygiene gemeinschaftlich mit der Landwirthschaft, wenn auch mit anderen Gesichtspunkten und Zielen arbeitet, und fast jeder Tag bringt neue Untersuchungsresultate.

Weniger Beachtung als der Erdboden fand bisher die über der Localität befindliche Luftschichte, in welcher sich das menschliche Leben abspielt, die Atmosphäre der Localität und der in ihr vorgehende Wechsel der meteorologischen Elemente; es erklärt sich dies daraus, dass man wohl keine grossen Differenzen im Klima verschiedener Localitäten, welche auf dem relativ kleinen Areale einer Stadt beisammen liegen, erwarten kann, und zwar mit Rücksicht auf die beständig vorhandene Bewegung im Luftmeere, welche local bedingte vielleicht auch zeitweise aufzufindende Unterschiede schnell verwischen dürfte.

Gleichwohl schien es interessant genug, ein Mal ein meteorologisches Element aus der ganzen das Klima bedingenden Summe solcher herauszugreifen und sein Verhalten an so eng bei einander liegenden Oertlichkeiten, wie die grossen Plätze einer Stadt es sind, zu studiren; hierzu dürfte am ehesten die Luftfeuchtigkeit geeignet sein.

Der Luftdruck kann, wenn man von den geringen, kaum einige Millimeter ausmachenden Differenzen, welche durch verschiedene Höhenlage einzelner Stadttheile bedingt sind, absieht, als vollkommen gleich über dem Areale einer Stadt betrachtet werden. Von den Temperaturverhältnissen weiss man aus alltäglicher Erfahrung, dass ein geringer Unterschied zwischen Peripherie und Centrum der Stadt besteht, welcher in einem grösseren Temperaturabfalle während der Nacht an der Peripherie der Stadt gegenüber dem Stadtinneren sich besonders bemerklich macht. Doch dürfte der Unterschied bei einer Stadt, wie z. B. München, kaum mehr als 1—2 ° C. betragen.

Mehr Aussicht auf ein der Localität entsprechendes verschiedenes Verhalten bietet dagegen das Studium des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft. Abgesehen davon, dass im Volksmunde tiefer gelegene Stadttheile gerne als feucht und ungesund gelten, liegt es nahe genug, von der Anwesenheit oder Abwesenheit von grösseren Wasserflächen oder Anpflanzungen, sowie von der

Windrichtung Unterschiede im Wassergehalte der Luft zu erwarten. Demnach entschloss ich mich gerne, Untersuchungen über die Vertheilung der Luftfeuchtigkeit in München anzustellen, deren Resultate ich hiermit der Oeffentlichkeit übergebe.

Den Untersuchungen wurde folgender Detailplan zu Grunde gelegt.

1. Ich wählte acht Beobachtungsstationen, grössere Plätze, welche über das Areal der Stadt München sich in einer Weise verteilen, wie das Kärtchen Fig. 1 zeigt.

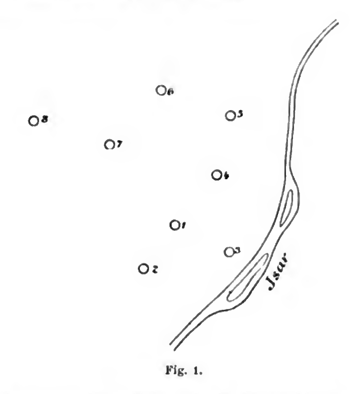


Fig. 1.

Die Charakteristik der einzelnen Beobachtungsstationen ist kurz folgende.

1. Station an der Frauenkirche; im Centrum der Stadt gelegen; enger Platz, von Häusern umschlossen; auf demselben steht die Frauenkirche; nur westlich von derselben eine kleine Anpflanzung.
2. Sendlingerthorplatz. Grosser freier Platz, rings von Bäumen umgeben; in der Mitte eine Fontäne. Nach Westen erstreckt sich ein kleiner Park.
3. Isarthorplatz. Grosser freier Platz, von einer Kastanienallee durchschnitten, von Gebäuden umrahmt.

4. Hofgarten. Grosse Baumpflanzung.
5. Königinstrasse. Strasse am Rande des englischen Gartens. Auf der Westseite befinden sich Häuser, auf der Ostseite der von vielen Wasserläufen durchzogene Park.
6. Nördlicher Friedhof, als grosser Garten zu betrachten; am Nordende der Stadt.
7. Stiegelmayerplatz. Mittelgrosser, von Bäumen umrahmter Platz.
8. Nymphenburgerstrasse. Lange, in offenem Bausystem bebaute, nach Westen aus der Stadt sich fortsetzende Strasse. Hinter den Gebäuden zu beiden Seiten Felder.

Aus dieser kurzen Charakteristik der einzelnen Stationen, sowie deren Lage zu einander, wird ersichtlich, dass durch die getroffene Wahl die Möglichkeit gegeben wurde, sowohl den allenfallsigen Einfluss der Windrichtung zu constatiren, als auch die Unterschiede zwischen Centrum und Peripherie der Stadt, zwischen angepflanztem und sterilem Boden und bei Anwesenheit und Abwesenheit von Wasserflächen zu studiren.

2. Beobachtungszeit. Da ich bei diesen Untersuchungen weder Gelegenheit hatte, eine grosse Anzahl registrirender Instrumente, welche zu gleicher Zeit ihre Angaben machen konnten, an den Stationen aufzustellen, noch auch eine Anzahl von Beobachtern mir zu Gebote stand, welche gleichzeitig mit mir an einem oder zwei Stationen Beobachtungen gemacht hätten, so sah ich mich auf mich allein angewiesen, und gezwungen, die ganze Zahl von acht Beobachtungen, welche am besten gleichzeitig erfolgt wäre, in möglichst kurzer Zeit hintereinander selbst zu machen, wozu die Verbindung der Plätze unter einander durch Trambahnen günstige Gelegenheit darbot. Es hatte dies den nicht zu unterschätzenden Vortheil, dass alle Beobachtungen mit einem einzigen Insrumente (siehe unten), welches leicht zu transportiren war, angestellt werden konnten, und somit die Resultate an den einzelnen Stationen gut vergleichbar waren, da Fehler, welche allenfalls dem Instrumente anhafteten, alsdann allen Beobachtungen gemeinsam sein mussten.

Bei möglichst rascher Aufeinanderfolge der Beobachtungen konnten alle acht in der Zeit von zwei Stunden gemacht werden, und verfuhr ich dabei gewöhnlich in der Reihenfolge:

Sendlingerthorplatz,
Isarthorplatz,
Hofgarten,
Königinstrasse,
Nördlicher Friedhof,
Stiegelmayerplatz,
Nymphenburgerstrasse,
Frauenkirche.

Es drängt sich hierbei die Frage auf, welcher Fehler etwa durch die zeitliche Aufeinanderfolge der Beobachtungen bedingt werden konnte. Derselbe lässt sich annähernd berechnen aus den meteorologischen Beobachtungen, welche für München seit einer grossen Reihe von Jahren vorliegen. Folgende Tabelle ergibt den täglichen Gang der Tension des Wasserdampfes im Mittel aus einer Beobachtungsreihe von 67 Jahren und zwar für das ganze Jahr, für Sommer und Winter.

Tägliche Periode der Tension des Wasserdampfes in Millimetern. [1])

Zeit	Jahr	Sommer	Winter
Mitternacht . . .	6,71	10,11	3,96
2 Uhr . . .	6,55	9,84	3,89
4 » . . .	6,45	9,69	3,84
6 » . . .	6,55	10,12	3,86
8 » . . .	6,99	10,85	3,89
10 » . . .	7,03	11,05	4,06
Mittag . . .	7,34	11,06	4,27
2 Uhr . . .	7,29	10,90	4,33
4 » . . .	7,22	10,86	4,22
6 » . . .	7,25	11,08	4,12
8 » . . .	7,06	10,86	3,99
10 » . . .	6,89	10,53	3,97

1) Renk, Die Luft. Handbuch der Hygiene von Pettenkofer und Ziemssen. I. Theil, II. Abth., 2. Heft, S. 16, berechnet nach Lang, 67 jährige Beobachtungen zu München in den Mittheilungen der kgl. bayer. meteorolog. Centralstation für 1882.

Es wird daraus ersichtlich, dass die Schwankungen im durchschnittlichen Wassergehalte der Atmosphäre — von der Nachtzeit, welche zu den Versuchen nie benützt wurde, ganz abgesehen — während des Tages am grössten sind:

im Sommer zwischen 6 und 8 Uhr morgens
und » 4 » 6 » abends;
im Winter » 8 » 10 » morgens;

immerhin aber betragen sie für zwei Stunden im Sommer höchstens 0,73 mm, so dass sich für die zwischen den einzelnen Untersuchungen liegende Viertelstunde in maximo eine Zunahme von 0,09 mm berechnet, so dass eine grössere Differenz als diese sicher als eine durch die Oertlichkeit bedingte angesehen werden kann.

Wäre es möglich gewesen, mittels registrirender Instrumente die Beobachtungen auszuführen, so hätte auch leicht der Wunsch erfüllt werden können, die Beobachtungszeiten in Uebereinstimmung mit denen des meteorologischen Netzes in Bayern zu bringen; mit Rücksicht jedoch auf die mir zu Gebote stehende Zeit, musste ich davon absehen, und je nach den Umständen zu irgend einer Tageszeit meine Beobachtungen anstellen; es fallen daher die einzelnen Reihen auf sämmtliche Tageszeiten zwischen 6 Uhr morgens und 8 Uhr abends; jedoch wurden alle acht Beobachtungen, welche auf einmal zu machen waren, in der angegebenen Reihenfolge innerhalb zweier Stunden gemacht.

3. Methode. Seitens des hygienischen Instituts wurden zu meinen Versuchen zwei Rotations- oder Schleuderpsychrometer zur Verfügung gestellt; die Angaben der dazu gehörigen Thermometer wurden erst mit dem Normalthermometer des genannten Institutes verglichen und alle Ablesungen an denselben jeweilig entsprechend corrigirt.

Die beiden Thermometer, trockenes und feuchtes, sind an einem Stabe in der Art befestigt, dass sie sich um denselben drehen können, was durch Umdrehung eines Zahnrades bewerkstelligt wird. Bei dieser Umdrehung, welche mit bestimmter Geschwindigkeit ausgeführt werden muss, bleiben die oberen Enden der

Thermometer fest miteinander verbunden, während die beiden Cysternen durch Centrifugalwirkung von einander entfernt werden.

Die Drehung beschleunigt die Verdunstung des Wassers vom feuchten Thermometer, und wird somit eine Ablesung des Instrumentes früher möglich, als bei einem immobilen August'schen Psychrometer.

Mit einem dieser Instrumente wurden nun sämmtliche Beobachtungen gemacht; die Berechnung derselben aber mit Hülfe der Jelinek'schen Tabellen ausgeführt. Diese Tabellen ergeben bekanntlich die Tension des Wasserdampfes und die relative Feuchtigkeit für jeden Zehntelgrad des feuchten und trockenen Thermometers. Nun entspricht aber die Anzahl der Millimeter Quecksilber, welche die Tension des Wasserdampfes ausdrücken, annähernd der Anzahl von Grammen Wasser im Cubikmeter Luft unter gleichen Verhältnissen (absolute Feuchtigkeit), und erschien es daher angänglich, da es sich bei vorliegenden Untersuchungen nur um vergleichbare, nicht absolute Werthe handelte, die gefundenen Werthe für die Tension unverändert als absolute Feuchtigkeit zu nehmen.

Die für die relative Feuchtigkeit gefundenen Zahlen sind unter allen Umständen richtig; aus beiden Werthen aber lässt sich auf einfache Weise das Sättigungsdeficit berechnen. Ist a die absolute Feuchtigkeit und r die relative, so ist das Sättigungsdeficit S.

$$S = \frac{100\,a.}{r} - a.$$

Ohne diese Substituirung der Tension für die absolute Feuchtigkeit hätten gegen 1000 Berechnungen der absoluten Feuchtigkeit ebenso viele der relativen und wieder soviele des Sättigungsdeficits ausgeführt werden müssen. Angesichts der hierzu erforderlichen Formeln dürfte dieses zeitsparende Verfahren, welches nur um wenige Zehntel von der Wahrheit verschiedene Zahlen ergab, wohl gerechtfertigt sein.

Ich lasse nun die sämmtlichen Beobachtungen, welche zwischen dem 27. Januar und 3. Juli 1885 ausgeführt wurden, folgen, um sodann zur Analyse derselben überzugehen.

Beobachtungen.

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit
	1.					2.				*)	3.				**)
Tag und Stunden	27. Jan. 9—11					29. Jan. 7—9					30. Jan. 7—9				
Windrchtg.u.Wetter	W_2 Schön					W Schön					SW_3 Schön				
Frauenkirche . .	6,7	1,7	2,2	30	5,1	2,7	1,0	3,9	70	1,9	9,0	6,8	6,1	71	2,5
Stiegelmayerplatz .	6,9	2,5	2,9	38	4,5	1,9	0,6	4,0	77	1,3	8,6	6,5	6,0	71	2,4
Aeuss. Nymphenburgerstrafse . .	6,9	2,0	2,4	32	5,0	1,5	0,3	4,0	78	1,1	8,5	6,5	6,0	73	2,3
Nördl. Friedhof	7,2	2,5	2,7	35	4,9	1,5	0,3	4,0	78	1,1	8,4	6,4	6,0	73	2,2
Königinstrasse . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,6	6,5	6,0	71	2,4
Hofgarten . . .	7,5	2,5	2,5	32	5,3	1,5	0,3	4,0	78	1,1	8,6	6,5	6,0	71	2,4
Isarthorplatz	8,2	3,0	2,6	32	5,5	1,8	0,5	4,0	77	1,2	8,7	6,6	6,0	72	2,4
Sendlingerthorplatz	7,9	3,0	2,8	35	5,2	2,2	1,3	4,5	84	0,9	9,1	7,0	6,2	72	2,4
	4.														
Tag und Stunden .	31. Jan. 7—9														
Windrchtg.u.Wetter	SW_3 Schön														
Frauenkirche . .	5,7	4,1	5,2	76	1,7										
Stiegelmayerplatz .	5,5	3,9	5,1	76	1,7										
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	4,6	3,3	5,0	79	1,4										
Nördl. Friedhof .	7,3	5,0	5,2	68	2,5										
Königinstrasse . .	6,8	4,6	5,0	68	2,4										
Hofgarten . . .	6,4	4,3	5,0	69	2,2										
Isarthorplatz . .	5,7	4,0	5,1	74	1,8										
Sendlingerthorplatz	4,9	3,5	5,1	78	1,4										
	5.					6.					7.				
Tag und Stunden .	2. Febr. 7—9					3. Febr. 7—9					4. Febr. 7—9				
Windrchtg.u.Wetter	SW_3 Schön					W_4 Regen					stille bewölkt				
Sendlingerthorplatz	2,5	1,4	4,5	80	1,0	2,2	0,7	3,9	74	1,5	1,7	1,0	4,5	88	0,7
Isarthorplatz . .	1,8	0,8	4,3	82	0,9	2,0	0,7	4,1	77	1,2	2,7	1,9	4,8	85	0,8
Hofgarten . .															
Königinstrasse . .	2,7	1,5	4,4	79	1,4	3,2	1,4	4,0	70	1,8	2,6	1,7	4,7	84	0,8
Nördl. Friedhof .	1,1	0,5	4,4	89	0,6	3,6	1,7	4,1	69	1,8	2,4	1,7	4,8	87	0,7
Stiegelmayerplatz .	2,7	1,1	4,3	77	1,5	1,8	1,7	5,1	98	0,1	2,0	1,5	4,8	91	0,5
Aeuss. Nymphen-	1,9	1,3	4,7	90	0,6	2,7	2,2	5,1	91	0,5	2,2	1,6	4,8	89	0,6
burgerstrasse .	1,6	0,6	4,2	82	1,0	2,6	2,0	4,9	89	0,6	1,8	1,4	4,9	93	0,3
Frauenkirche . .	2,7	1,4	4,3	77	1,3	4,3	3,0	4,9	79	1,3	2,6	1,8	4,8	85	0,7
	8.					9.					10.				
Tag und Stunden	9. Febr. 7—9					11. Febr. 7—9					12. Febr. 7—9				
Windrichtg.uWetter	SW_1 bewölkt					SW_1 bewölkt					stille Regen				
Sendlingerthorplatz	3,7	2,9	5,2	87	0,8	2,5	2,3	4,7	80	0,7	3,7	3,5	5,8	97	0,2
Isarthorplatz . .	3,7	3,1	5,4	90	0,6	4,2	2,7	4,7	76	1,5	4,1	3,9	5,9	97	0,4
Hofgarten . . .															
Königinstrasse . .	3,7	3,0	5,3	88	0,7	4,7	3,3	5,0	78	1,4	4,3	4,0	5,9	96	0,2
Nördl. Friedhof .	2,9	2,5	5,2	93	0,5	4,6	3,2	4,9	78	1,5	3,9	3,7	5,9	97	0,2
Stiegelmayerplatz .	5,2	4,0	5,4	81	1,2	5,4	3,9	5,1	77	1,6	4,3	3,6	5,5	89	0,7
Aeuss. Nymphen-	4,9	3,9	5,5	84	1,0	5,8	4,3	5,3	78	1,6	4,5	4,0	5,8	92	0,5
burgerstrasse .	3,7	3,0	5,3	88	0,7	5,5	4,2	5,4	80	1,4	4,2	3,7	5,7	92	0,5
Frauenkirche .	5,4	3,8	5,0	75	1,7	7,3	5,4	5,6	73	2,1	4,7	4,0	5,7	89	0,7

*) In folgender Reihenfolge beobachtet: Isarthorplatz, Hofgarten, nördlicher Friedhof, Stiegelmayerplatz, äussere Nymphenburgerstrasse, Frauenkirche, Sendlingerthorplatz.

**) Sendlingerthorplatz, Isarthorplatz, Hofgarten, Königinstrasse, nördlicher Friedhof, Stiegelmayerplatz, äussere Nymphenburgerstrasse, Frauenkirche.

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit
	11.					12.					13.				
Tag und Stunden .	13. Febr. 7—9					14. Febr. 7—9					15. Febr. 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	S_2 Nebel Niederschl.					S_2 bewölkt					NO bewölkt Schnee				
Sendlingerthorplatz	2,7	2,5	5,4	96	0,2	0,5	0,0	4,3	90	0,4	-1,3	-2,5	3,2	76	1,0
Isarthorplatz . .	2,9	2,5	5,2	93	0,5	0,6	0,4	4,6	96	0,2	-1,5	-2,5	3,3	80	0,8
Hofgarten . . .	2,5	2,3	5,3	96	0,2	0,1	-0,1	4,4	96	0,2	-1,7	-2,7	3,2	80	0,8
Königinstrasse . .	2,4	2,2	5,3	96	0,2	0,0	-0,2	4,4	96	0,2	-1,9	-2,7	3,3	84	0,7
Nördl. Friedhof .	2,6	2,4	5,3	96	0,2	0,7	0,3	4,5	92	0,3	-1,4	-2,3	3,4	82	0,7
Stiegelmayerplatz .	2,6	2,4	5,3	96	0,2	0,6	0,3	4,5	94	0,3	-1,7	-2,4	3,5	86	0,5
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	2,5	2,3	5,3	96	0,2	0,5	0,1	4,4	92	0,3	-1,5	-2,3	3,5	84	0,6
Frauenkirche . .	2,7	2,4	5,3	94	0,3	0,5	0,1	4,4	92	0,3	-1,3	-2,5	3,2	76	1,0
	14.					15.					16.				
Tag und Stunden .	20. Febr. 7—9					21. Febr. 7—9					22. Febr. 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	SO_1 Schön					SW_1 Schön					SW bewölkt				
Sendlingerthorplatz	-2,8	-4,5	2,4	64	1,3	-2,5	-3,7	2,8	74	1,1	2,2	-0,5	3,0	56	2,4
Isarthorplatz . .	-0,8	-3,3	2,3	53	2,0	-1,5	-3,0	2,9	70	1,2	2,5	-0,4	2,9	54	2,6
Hofgarten . . .	0,5	-2,5	2,2	47	2,2	0,2	-2,0	1,9	35	2,8	2,9	-0,1	3,0	53	2,7
Königinstrasse . .	0,8	-3,0	2,5	58	2,4	0,8	-2,3	2,2	46	1,2	3,2	-0,0	2,7	47	3,1
Nördl. Friedhof .	2,1	-1,7	2,0	39	3,3	0,5	-1,7	2,9	61	1,9	2,9	0,1	3,0	53	2,7
Stiegelmayerplatz .	1,9	-1,3	2,5	47	2,8	0,7	-1,5	3,0	61	1,8	3,5	0,5	3,0	51	2,9
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	1,5	-1,3	2,7	53	2,4	0,8	-1,0	3,3	68	1,6	3,0	0,8	3,6	62	2,1
Frauenkirche . .	3,9	-0,2	2,4	39	3,7	2,7	0,0	3,0	53	2,6	4,5	0,9	2,8	43	3,5
	17.					18.					19.				
Tag und Stunden .	1. März 7—9					1. März 1/22—1/24					2. März 1/29—1/211				
Windrchtg. u. Wetter	SO Schnee					NO bewölkt					SO bewölkt				
Sendlingerthorplatz	-0,8	-1,1	4,1	94	0,2	1,7	1,3	4,8	93	0,4	1,0	0,4	4,4	89	0,5
Isarthorplatz . .	-1,1	-1,3	4,1	96	0,1	1,8	1,2	4,7	90	0,5	1,2	0,5	4,4	87	0,6
Hofgarten . . .	-1,1	-1,3	4,1	96	0,1	1,5	0,9	4,5	89	0,6	1,3	0,5	4,3	85	0,8
Königinstrasse . .	-0,3	-,07	4,1	92	0,4	1,5	0,9	4,5	89	0,6	1,3	0,6	4,4	87	0,7
Nördl. Friedhof .	-0,3	-0,3	4,5	100	0,0	1,5	0,9	4,5	89	0,6	1,6	0,9	4,5	87	0,7
Stiegelmayerplatz .	-0,3	-0,7	4,1	92	0,4	2,1	1,5	4,8	89	0,5	1,9	1,3	4,7	90	0,6
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	+0,2	-0,3	4,2	90	0,5	2,5	1,7	4,7	85	0,8	1,7	1,0	4,5	88	0,7
Frauenkirche . .	-0,1	-0,3	4,4	96	0,2	2,3	1,6	4,8	87	0,6	1,9	1,0	4,4	84	0,9
	20.					21. *)					21.				
Tag und Stunden .	3. März 7—9					5. März 1/22—1/24					7. März 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	W_1 bewölkt					SW_1 Sonnenschein					bewölkt				
Sendlingerthorplatz	0'7	-0,5	3,8	78	1,0	9,6	6,7	5,6	62	3,3	1,5	1,0	4,6	91	0,3
Isarthorplatz . .	1,3	0,2	4,0	80	1,1	8,9	6,5	5,8	67	2,7	1,7	1,4	4,9	94	0,3
Hofgarten . . .	1,0	-0,1	4,1	80	0,8	8,9	6,3	5,6	66	2,9	1,3	1,0	4,8	94	0,3
Königinstrasse . .	1,2	0,1	4,0	80	1,0	10,2	6,9	5,5	59	3,8	1,0	0,9	4,8	98	0,1
Nördl. Friedhof .	1,3	0,3	4,1	82	1,0	8,8	6,4	5,8	68	2,7	0,8	0,6	4,7	96	0,2
Stiegelmayerplatz .	2,1	1,0	4,3	80	1,0	8,9	5,8	5,0	59	3,5	1,0	0,8	4,7	96	0,2
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	1,6	0,4	4,0	78	1,2	8,8	6,3	5,6	67	2,9	0,8	0,6	4,7	96	0,2
Frauenkirche . .	1,6	0,4	4,0	78	1,2	8,2	5,3	4,9	61	3,2	1,3	0,8	4,6	91	0,5

*) In folgender Reihenfolge beobachtet:

Frauenkirche, äussere Nymphenburgerstrasse, Stiegelmayerplatz, nördlicher Friedhof, Königinstrasse, Hofgarten, Isarthorplatz, Sendlingerthorplatz.

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit
	23.					24.					25.				
Tag und Stunden	7. März ½2—½4					8. März 8—10					8. März ½2—½4				
Windrchtg. u. Wetter	Sonnenschein					stille bewölkt					NW Sonnenschein				
Sendlingerthorplatz	5,0	2,8	4,3	66	2,2	0,3	-0,1	4,3	92	0,4	4,2	2,6	4,6	74	1,6
Isarthorplatz	4,8	2,6	4,2	65	2,3	0,9	0,3	4,4	89	0,5	4,6	2,5	4,2	67	2,2
Hofgarten	4,3	2,0	3,9	63	2,3	0,5	-0,1	4,2	89	0,5	3,5	1,4	3,8	65	2,1
Königinstrasse	4,1	2,0	4,0	66	2,1	0,7	0,4	4,6	94	0,2	3,7	1,7	4,0	67	2,0
Nördl. Friedhof	4,7	2,0	3,7	57	2,7	0,8	0,4	4,5	92	0,4	3,0	1,6	4,3	76	1,4
Stiegelmayerplatz	4,9	2,7	4,3	65	2,2	1,5	0,7	4,4	85	0,7	3,1	1,6	4,3	74	1,4
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	5,5	4,0	5,2	77	1,6	1,5	1,0	4,6	91	0,5	3,5	1,6	4,0	69	1,9
Frauenkirche	4,4	1,9	3,8	60	2,5	1,5	0,3	4,0	78	1,1	2,2	1,0	4,2	79	1,2
	26.					27.					28.				
Tag und Stunden	9. März ½8—½10					9. März ¾2—¾4					10. März 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	SW bewölkt					W Schnee					SW₁ Sonnenschein				
Sendlingerthorplatz	0,8	0,0	4,1	85	0,8	8,6	5,7	5,1	61	3,1	2,7	2,3	5,2	93	0,4
Isarthorplatz	1,5	0,5	4,2	82	0,9	7,5	4,3	4,3	57	3,5	4,3	3,5	5,4	87	0,8
Hofgarten	2,0	0,8	4,2	78	1,1	6,6	3,9	4,4	61	2,9	4,7	3,6	5,3	82	1,1
Königinstrasse	2,3	1,1	4,3	79	1,1	7,2	4,4	4,6	61	3,0	5,2	3,9	5,3	80	1,3
Nördl. Friedhof	3,1	1,7	4,4	76	1,3	7,7	4,5	4,4	57	3,5	5,9	4,5	5,5	79	1,5
Stiegelmayerplatz	3,7	2,1	4,4	73	1,6	7,0	4,9	5,2	70	2,3	5,8	4,5	5,5	81	1,5
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	3,6	2,3	4,6	78	1,3	3,7	3,1	5,4	90	0,6	6,7	5,0	5,5	76	1,4
Frauenkirche	4,6	2,5	4,2	67	2,2	3,7	2,8	5,1	85	0,9	7,2	5,1	5,3	70	2,3
	29.					30.					31.				
Tag und Stunden	11. März 7—9					11. März 2—4					12. März 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	S₂ Sonnenschein					bewölkt					stille Sonnenschein				
Sendlingerthorplatz	2,1	0,6	3,9	73	1,4	15,6	10,8	6,8	51	6,4	5,5	3,5	4,7	70	2,1
Isarthorplatz	3,1	1,4	4,1	71	1,6	16,1	10,5	6,1	45	7,5	5,9	4,0	5,0	72	2,0
Hofgarten	3,0	2,0	4,3	72	1,7	15,6	10,3	6,1	47	7,1	5,3	3,6	4,9	74	1,8
Königinstrasse	3,5	1,9	4,3	73	1,6	16,0	10,7	6,4	47	7,1	5,5	3,9	5,1	76	1,7
Nördl. Friedhof	4,5	2,5	4,3	68	2,1	15,6	11,0	7,0	53	6,2	7,1	4,4	4,7	62	2,8
Stiegelmayerplatz	5,1	2,7	4,1	63	2,8	15,3	9,9	5,8	46	7,2	7,6	5,3	5,3	68	2,5
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	5,5	3,5	4,7	70	2,0	15,4	10,9	7,0	54	6,0	8,5	5,9	5,4	65	2,9
Frauenkirche	6,6	3,5	4,0	56	3,3	15,1	12,0	8,6	67	4,2	8,2	6,0	5,7	70	2,4
	32.					33.					34.				
Tag und Stunden	12. März ½2—½4					13 März 7—9					13. März 2—4				
Windrchtg. u. Wetter	W Sonnenschein					SW₁ bewölkt					W bewölkt				
Sendlingerthorplatz	16,9	11,8	7,2	51	7,1	7,8	6,5	6,5	82	1,4	10,4	8,9	7,7	81	1,8
Isarthorplatz	15,8	10,7	6,5	49	6,9	8,7	7,0	6,5	77	1,9	11,0	9,5	8,0	81	1,8
Hofgarten	15,5	10,7	6,7	51	6,4	9,5	7,1	6,1	69	2,8	10,4	8,9	7,6	81	1,8
Königinstrasse	16,5	11,5	7,1	51	6,9	9,6	7,3	6,3	70	2,6	10,5	8,9	7,6	80	1,9
Nördl. Friedhof	15,2	9,9	5,9	46	7,0	10,1	7,9	6,6	72	2,6	11,6	9,9	8,1	80	2,1
Stiegelmayerplatz	16,2	11,2	6,9	51	6,8	10,1	7,9	6,6	72	2,6	11,6	9,9	8,1	80	2,1
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	16,4	11,7	7,4	53	6,5	9,5	7,5	6,5	74	2,4	10,9	10,2	8,9	92	0,8
Frauenkirche	16,6	11,3	6,8	49	7,2	10,4	7,9	6,5	69	2,9	10,7	8,9	7,4	77	2,2

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit
	35.					36.					37.				
Tag und Stunden .	14. März 7—9					14. März 2—4					15. März 7—9				
Windrchtg.u.Wetter	NO₁ Nebel					NO Sonnenschein					NO₁ Nebel				
Sendlingerthorplatz	0,5	0,5	4,8	100	0,0	13,2	10,1	7,3	65	4,0	0,9	0,5	4,5	92	0,4
Isarthorplatz . .	2,6	2,2	5,1	93	0,4	13,7	10,4	7,4	63	4,3	2,3	1,9	5,0	93	0,4
Hofgarten . . .	3,0	2,8	5,5	96	0,2	13,6	10,1	7,1	61	4,5	2,7	2,2	5,1	91	0,7
Königinstrasse . .	2,6	2,4	5,3	96	0,2	13,4	10,1	7,2	63	4,3	1,9	1,7	5,1	96	0,2
Nördl. Friedhof .	2,6	2,4	5,3	96	0,2	13,2	9,9	7,1	63	4,2	1,1	0,9	4,8	96	0,2
Stiegelmayerplatz .	3,6	2,3	5,6	95	0,3	13,6	10,4	7,5	64	4,1	3,7	3,1	5,4	90	0,6
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	3,2	2,9	5,5	95	0,3	13,8	10,7	7,7	66	4,1	2,6	2,2	5,1	93	0,4
Frauenkirche . .	5,0	4,8	6,3	97	0,2	13,4	11,0	8,3	73	3,2	5,6	4,5	5,6	83	1,2
	38.					39.					40.				
Tag und Stunden .	16. März 7—9					17. März 7—9					19. März 7—9				
Windrchtg.u Wetter	E Nebel					Sonnenschein					SW Sonnenschein				
Sendlingerthorplatz	2,0	1,7	5,0	94	0,2	2,0	1,7	5,0	94	0,3	6,1	4,5	5,4	76	1,6
Isarthorplatz . .	3,1	2,5	5,1	90	0,6	5,4	5,1	6,4	95	0,3	7,1	4,6	4,9	65	2,6
Hofgarten . . .	5,1	3,9	5,3	82	1,3	6,5	5,2	5,8	81	1,4	8,4	5,3	4,8	59	3,4
Königinstrasse . .	4,7	4,3	6,0	94	0,4	3,9	3,7	5,9	97	0,2	8,7	5,5	4,8	58	3,6
Nördl. Friedhof .	4,7	4,0	5,7	89	0,7	7,7	6,0	6,0	76	1,9	9,5	7,3	6,3	71	2,6
Stiegelmayerplatz .	6,7	5,1	5,6	77	1,7	8,0	6,3	6,1	76	1,9	9,6	6,5	5,4	60	4,5
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	6,7	5,5	6,1	83	1,2	8,5	7,3	6,9	84	1,4	11,7	8,0	5,8	56	4,5
Frauenkirche . .	8,5	5,5	5,0	60	3,3	9,4	7,5	6,6	75	2,2	11,5	7,4	5,2	52	4,9
	41.					42.					43.				
Tag und Stunden .	20. März 7—9					21. März 7—9					22. März ½9—½11				
Windrchtg.u.Wetter	SW Sonnenschein					W Regen					N₄ bewölkt				
Sendlingerthorplatz	15,8	9,1	4,6	34	7,8	5,2	3,7	5,1	77	1,5	1,8	0,7	4,2	80	1,0
Isarthorplatz . .	16,5	9,7	4,9	35	9,1	5,6	3,7	4,8	71	2,0	2,8	1,5	4,4	77	1,2
Hofgarten . . .	16,9	9,5	4,4	31	9,9	5,3	3,7	5,0	74	1,7	2,5	1,1	4,2	75	1,3
Königinstrasse . .	17,5	9,7	4,3	29	10,6	6,8	3,9	4,3	59	3,1	3,0	1,5	4,2	74	1,5
Nördl. Friedhof .	18,3	9,7	3,8	24	11,8	5,6	3,7	4,8	71	2,0	2,7	1,0	3,9	70	
Stiegelmayerplatz .	17,2	9,6	4,3	30	10,3	5,6	3,7	4,8	71	2,0	3,2	1,2	3,8	66	1,6
Aeuss. Nymphen-															2,0
burgerstrasse .	17,1	9,5	4,3	30	10,2	5,0	3,4	4,9	75	1,6	3,1	1,0	3,7	64	2,0
Frauenkirche . .	17,5	9,1	3,6	24	11,3	4,5	2,6	4,4	70	1,9	3,6	1,0	3,4	57	2,5
	44.					45.					46.				
Tag und Stunden .	24. März 7—9					24. März 5—7 N.					26. März 7—9				
Windrchtg.u.Wetter	SO Schnee					S Schnee					O bewölkt				
Sendlingerthorplatz	0,9	0,6	4,6	94	0,3	2,4	0,7	3,8	70	1,7	1,0	0,4	4,4	89	0,5
Isarthorplatz . .	1,8	1,4	4,9	93	0,3	2,4	0,9	4,0	74	1,5	1,1	0,5	4,4	89	0,6
Hofgarten . . .	1,4	1,3	5,0	98	0,1	1,9	0,5	3,9	75	1,4	0,6	0,1	4,3	90	0,5
Königinstrasse . .	1,0	1,0	4,9	100	0,0	2,0	0,4	3,8	71	1,5	0,6	0,1	4,3	90	0,5
Nördl. Friedhof .	1,5	1,1	4,7	93	0,4	1,6	0,4	4,0	78	1,2	0,6	0,4	4,6	96	0,2
Stiegelmayerplatz .	2,2	1,6	4,8	89	0,6	1,9	0,5	3,9	75	1,4	1,0	0,5	4,5	90	0,4
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	1,8	1,6	5,1	96	0,1	1,3	-0,1	3,9	75	1,2	0,7	0,4	4,6	94	0,2
Frauenkirche . .	1,6	0,7	4,3	84	0,9	1,4	0,0	3,8	74	1,3	1,2	0,4	4,3	85	0,7

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit
	47.				*)	48.					49.				
Tag und Stunden	5. Mai 7—9					6. Mai 7—9					6. Mai ½2—½4				
Windrchtg. u. Wetter	SO bewölkt feucht					NO Sonnenschein					Sonnenschein				
Sendlingerthorplatz	10,2	9,2	8,1	87	1,2	10,7	7,2	5,5	57	3,9	12,5	7,4	4,6	43	6,2
Isarthorplatz	11,5	8,7	6,7	66	3,4	10,3	7,4	4,9	52	4,7	13,4	8,6	5,5	48	6,0
Hofgarten	11,2	9,1	7,4	74	2,5	10,5	6,7	5,1	53	4,4	13,5	7,4	4,0	35	7,5
Königinstrasse	11,9	9,9	7,9	76	2,7	10,6	7,1	5,4	57	4,2	12,8	8,1	5,2	48	5,8
Nördl. Friedhof	12,2	9,9	7,7	73	2,9	10,0	6,7	5,4	58	3,8	13,9	8,7	5,3	45	6,5
Stiegelmayerplatz	12,1	9,8	7,7	73	2,8	9,7	6,7	5,5	61	3,5	14,5	8,7	4,9	40	7,4
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	13,0	10,8	8,3	75	2,9	9,7	6,7	5,5	61	3,5	13,7	8,5	5,2	44	6,5
Frauenkirche	13,0	10,5	8,0	72	3,2	8,5	5,8	5,3	64	3,0	13,1	8,1	5,1	45	6,1
	50.					51.					52.				
Tag und Stunden	7. Mai ½3—½5					8. Mai 7—9					8. Mai ½6—½8 N				
Windrchtg. u. Wetter	O bewölkt					NW Sonnenschein					SO Schön				
Sendlingerthorplatz	10,4	7,7	6,2	66	3,2	6,1	4,6	5,5	78	1,5	15,5	9,4	5,1	39	8,0
Isarthorplatz	10,8	7,7	6,0	62	3,7	7,5	5,2	5,2	68	2,6	15,3	9,3	5,1	40	7,9
Hofgarten	11,6	7,7	5,5	54	4,7	7,3	5,7	5,9	78	1,7	14,3	8,6	4,9	41	7,2
Königinstrasse	12,0	8,4	6,1	58	4,4	8,2	6,7	6,4	79	1,7	13,2	9,5	6,6	59	4,7
Nördl. Friedhof	11,4	7,8	5,7	57	4,4	9,5	7,5	6,5	74	2,4	13,7	8,7	5,4	46	6,3
Stiegelmayerplatz	10,7	8,1	6,5	68	3,1	9,6	7,1	6,0	67	2,9	14,3	8,6	4,9	41	7,2
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	11,0	7,7	5,9	60	3,9	10,4	7,6	6,1	65	3,3	13,5	8,7	5,5	48	6,6
Frauenkirche	11,2	7,7	5,7	58	4,2	10,6	7,7	6,1	64	3,4	13,5	8,5	5,3	46	6,0
	53.					54.					55.				
Tag und Stunden	9. Mai ¾7—¾9					9. Mai ½2—½4					10. Mai ½2—½4				
Windrchtg. u. Wetter	NW Schön					W Schön					W Schön				
Sendlingerthorplatz	8,1	6,1	5,8	72	2,3	17,3	10,8	5,7	39	9,0	19,7	11,9	5,7	34	11,4
Isarthorplatz	9,1	6,7	5,9	68	2,7	18,9	12,2	6,5	41	9,8	21,6	13,6	6,7	35	12,5
Hofgarten	10,7	7,5	5,8	61	3,8	18,9	12,4	6,8	42	9,5	21,4	13,7	7,0	37	12,0
Königinstrasse	11,6	8,4	6,3	62	3,9	18,4	11,9	6,4	41	9,4	21,5	13,7	6,9	37	12,2
Nördl. Friedhof	11,7	9,1	7,1	69	3,2	19,3	12,5	6,7	40	10,0	22,4	14,4	7,4	37	12,7
Stiegelmayerplatz	12,3	8,8	6,4	60	4,3	18,5	11,7	6,1	39	9,8	21,7	14,4	7,8	40	11,5
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	12,5	9,7	7,3	68	3,5	19,5	12,9	7,1	42	9,8	22,0	13,9	6,9	35	12,8
Frauenkirche	13,6	8,9	5,7	49	5,9	18,5	11,7	6,1	39	9,8	21,7	13,7	6,8	36	12,5
	56.					57.					58.				
Tag und Stunden	12. Mai ¾7—¾9					13. Mai 6—8 Fr.					14. Mai ½6—½8 Fr.				
Windrchtg. u. Wetter	W Schön					W Schön					S Schön				
Sendlingerthorplatz	13,5	10,9	8,1	71	3,4	21,8	14,9	8,4	43	11,0	12,4	11,7	9,8	93	0,9
Isarthorplatz	14,8	11,8	8,5	68	4,0	21,7	15,4	9,2	47	10,1	14,4	12,3	9,4	77	2,8
Hofgarten	16,3	12,3	8,2	59	5,6	21,3	15,5	9,6	51	9,2	15,1	12,4	9,1	71	3,7
Königinstrasse	16,5	13,6	9,8	70	4,2	21,1	15,5	9,7	52	8,9	15,0	12,5	9,3	73	3,4
Nördl. Friedhof	18,1	13,1	8,2	53	7,3	22,5	15,8	9,3	46	11,0	15,9	12,8	9,2	67	4,3
Stiegelmayerplatz	17,7	13,0	8,3	56	6,8	23,4	15,9	8,9	41	12,5	16,3	13,0	9,2	66	4,6
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	19,3	14,6	9,5	57	7,2	23,4	16,0	9,0	42	12,4	17,5	14,3	10,2	68	4,7
Frauenkirche	19,2	13,5	8,1	49	8,5	21,7	14,7	8,2	43	11,1	17,7	13,5	9,0	60	6,1

*) In folgender Reihenfolge beobachtet:

Frauenkirche, äussere Nymphenburgerstrasse, Stiegelmayerplatz, nördlicher Friedhof, Königinstrasse, Hofgarten, Isarthorplatz, Sendlingerthorplatz.

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit
	59.					60.					61.				
Tag und Stunden .	14. Mai 2—4					15. Mai 7—9					15. Mai 5—7				
Windrchtg.u.Wetter	S bewölkt					W_3 Regen					W_3 bewölkt				
Sendlingerthorplatz	24,0	16,5	9,4	42	12,8	10,0	9,7	8,8	96	0,4	13,4	10,5	7,7	67	3,8
Isarthorplatz . .	24,0	15,8	8,4	37	13,8	13,0	10,7	8,2	74	3,0	13,3	10,0	7,2	63	4,2
Hofgarten . . .	22,5	16,1	9,7	48	10,6	11,7	10,2	8,4	83	1,9	13,3	10,5	7,8	68	3,6
Königinstrasse . .	22,6	17,3	11,5	56	8,9	11,8	10,3	8,4	83	1,9	13,0	10,5	8,0	72	3,2
Nördl. Friedhof .	23,7	15,4	8,0	36	13,8	11,8	10,3	8,4	83	1,9	13,2	10,1	7,3	65	4,0
Stiegelmayerplatz .	25,4	16,5	8,5	36	15,6	11,4	9,9	8,2	82	1,9	12,6	9,5	7,0	64	3,9
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	25,2	17,5	10,2	43	13,2	11,6	10,3	8,6	85	1,6	12,3	9,4	7,1	66	3,6
Frauenkirche . .	24,4	15,3	7,4	32	15,3	10,7	9,2	7,8	82	1,6	12,4	9,3	6,9	64	3,8
	62.					63.					64.				
Tag und Stunden .	16. Mai $^1/_2$2—$^1/_2$4					17. Mai $^1/_2$2—$^1/_2$4					18. Mai 7—9				
Windrchtg.u.Wetter	W bewölkt					O_2 Schön					O_2 bewölkt				
Sendlingerthorplatz	18,5	13,4	8,4	53	7,5	22,5	16,5	10,3	51	10,0	14,7	13,7	11,1	89	1,4
Isarthorplatz . .	20,6	14,3	8,3	46	9,8	22,5	16,5	10,3	51	10,0	16,4	14,0	10,4	75	3,5
Hofgarten . . .	18,6	13,4	8,3	52	7,7	22,5	16,6	10,4	52	9,9	16,8	13,6	9,7	68	4,5
Königinstrasse . .	18,6	13,5	8,4	53	7,6	22,4	16,5	10,3	52	9,8	18,4	14,5	9,9	63	5,7
Nördl. Friedhof .	20,4	14,4	8,6	48	9,2	23,4	17,4	11,1	52	10,3	19,0	14,6	9,7	59	6,7
Stiegelmayerplatz .	20,2	14,3	8,6	48	9,0	23,5	16,9	10,3	48	11,2	19,3	14,4	9,2	55	7,5
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	18,4	13,3	8,3	53	7,5	23,6	17,4	11,0	51	10,6	18,4	14,4	9,8	62	6,0
Frauenkirche . .	18,0	12,9	8,0	52	7,4	22,5	16,4	10,1	50	10,2	19,1	14,2	9,1	55	7,4
	65.					66.					67.				
Tag und Stunden .	19. Mai 7—9					19. Mai $^1/_2$4—$^1/_2$6					20. Mai 6—8 Fr.				
Windrchtg.u.Wetter	Schön					NW bewölkt					W Schön				
Sendlingerthorplatz	13,0	11,5	9,2	83	2,0	19,5	15,5	10,7	63	6,2	16,0	11,5	7,4	55	6,1
Isarthorplatz . .	14,0	11,6	8,7	74	3,2	20,5	15,0	9,3	52	8,6	16,0	11,9	7,9	58	5,6
Hofgarten . . .	14,4	11,7	8,6	71	3,6	20,4	14,5	8,7	49	9,1	15,5	12,5	9,0	68	4,1
Königinstrasse . .	14,6	11,7	8,5	69	3,9	20,4	15,6	10,3	57	7,5	14,0	11,9	9,1	77	2,8
Nördl. Friedhof .	15,4	11,4	7,6	59	5,4	22,3	15,6	9,1	46	10,9	16,4	13,5	9,8	70	4,1
Stiegelmayerplatz .	14,4	12,0	9,0	74	3,2	21,6	15,0	8,7	45	10,5	19,3	13,9	8,5	51	8,2
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	16,3	12,7	8,8	63	5,0	21,5	14,9	8,6	45	10,5	19,7	14,6	9,3	54	7,8
Frauenkirche . .	17,4	13,0	8,5	57	6,3	20,7	14,4	8,4	46	9,8	20,1	14,0	8,2	47	9,3
	68.					69.					70.				
Tag und Stunden .	20. Mai 4—6					22. Mai 7—9					23. Mai 6—8				
Windrchtg.u.Wetter	NO Schön					O Schön					O_4 Schön				
Sendlingerthorplatz	24,8	16,5	8,9	38	14,4	11,6	9,4	7,5	74	2,7	8,9	6,6	5,9	70	2,6
Isarthorplatz . .	25,4	17,1	9,4	40	14,7	11,6	8,9	6,9	68	3,3	9,8	7,4	6,3	69	2,8
Hofgarten . . .	24,0	17,4	10,8	49	11,4	11,8	9,0	6,9	67	3,4	9,9	7,6	6,4	70	2,7
Königinstrasse . .	23,6	17,5	11,2	52	10,5	12,2	9,6	7,4	70	3,2	10,5	7,9	6,4	68	3,1
Nördl. Friedhof .	23,2	17,5	11,4	54	9,7	13,8	10,5	7,5	63	4,3	12,2	8,4	6,0	56	4,6
Stiegelmayerplatz .	23,2	17,4	11,2	53	9,9	13,6	10,4	7,5	64	4,1	11,6	8,0	5,8	57	4,4
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	22,4	17,0	11,1	55	9,0	13,2	9,8	7,0	62	4,3	11,8	8,0	5,7	56	4,6
Frauenkirche . .	21,5	15,9	10,0	53	9,1	13,6	10,0	7,0	60	4,6	12,4	8,4	5,8	54	4,9

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit
	71.					72.					73.				
Tag und Stunden .	23. Mai ½6—½8 N.					24. Mai 2—4					25. Mai 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	O_4 Schön					W Schön					W_2 Schön				
Sendlingerthorplatz	19,5	12,6	6,7	40	10,2	25,4	17,1	9,4	40	14,7	15,8	12,4	8,7	64	4,7
Isarthorplatz . .	19,9	12,3	6,1	35	11,2	25,4	17,0	9,3	39	14,8	18,0	13,3	8,5	56	6,9
Hofgarten . . .	18,7	12,4	6,9	43	10,2	24,4	16,5	9,1	40	13,6	17,9	12,8	7,9	52	7,4
Königinstrasse . .	17,4	11,5	6,5	44	8,3	24,6	17,0	9,8	43	13,0	18,5	13,3	8,2	52	7,7
Nördl. Friedhof	18,2	11,6	6,2	40	9,4	26,5	17,5	9,4	37	14,3	19,4	13,6	8,1	49	8,7
Stiegelmayerplatz .	18,2	11,6	6,2	40	9,4	25,7	17,4	9,7	40	15,3	19,5	13,4	7,8	46	5,2
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	17,5	11,8	6,9	46	8,0	25,6	17,1	9,3	39	15,1	20,5	14,5	8,6	48	4,2
Frauenkirche . .	16,7	11,5	7,0	50	7,2	25,2	16,5	8,7	36	15,1	19,4	13,0	7,3	43	9,5
	74.					75.				*)	76.				
Tag und Stunden .	27. Mai ½7—½9					27. Mai 6—8 N.					26. Mai ½7—½9				
Windrchtg. u. Wetter	NO_1 Schön					NO Schön					NO_3 Schön				
Sendlingerthorplatz	8,0	4,8	4,5	57	3,5	12,1	6,9	4,3	41	6,2	11,8	8,6	6,4	63	3,9
Isarthorplatz . .	8,5	5,2	4,6	56	3,7	14,4	8,8	5,1	42	7,1	12,1	9,1	6,8	65	3,7
Hofgarten . . .	8,8	5,5	4,8	56	3,7	12,9	8,1	5,2	47	6,9	12,1	9,1	6,8	65	3,7
Königinstrasse . .	9,4	5,9	4,8	55	4,0	12,4	8,8	6,3	59	4,4	12,0	9,5	7,4	71	3,1
Nördl. Friedhof .	10,7	6,6	4,8	50	4,8	14,4	8,6	4,9	40	7,3	13,7	10,4	7,4	63	4,3
Stiegelmayerplatz	10,7	6,7	4,9	51	4,7	15,4	8,6	4,3	33	8,7	13,7	10,4	7,4	63	4,3
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	13,3	7,3	4,0	35	9,4	15,4	8,5	4,1	32	8,9	14,1	10,5	7,3	61	4,7
Frauenkirche . .	11,8	6,8	4,3	42	6,0	15,8	9,0	4,5	33	8,9	13,9	9,8	6,6	56	5,9
	77.					78.					79.				
Tag und Stunden .	28. Mai ½2—½4					29. Mai 7—9					30. Mai 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	W_1 Schön					NO_2 Schön					O Schön				
Sendlingerthorplatz	19,4	11,6	5,5	33	9,3	9,1	6,4	5,6	65	3,0	10,3	6,6	5,1	54	4,3
Isarthorplatz . .	18,3	10,4	4,6	30	11,1	9,0	6,4	5,6	66	3,0	11,6	7,5	5,3	52	4,9
Hofgarten . . .	17,7	10,0	4,5	30	10,6	9,7	7,1	6,0	66	3,0	10,8	7,1	5,3	55	4,4
Königinstrasse . .	18,1	11,3	5,9	38	9,5	9,4	6,8	5,8	66	3,0	11,0	7,5	5,6	58	4,2
Nördl. Friedhof .	19,6	11,6	5,3	31	11,7	11,4	7,8	5,7	57	4,4	11,8	7,7	5,4	52	4,9
Stiegelmayerplatz .	18,5	11,3	5,6	35	10,3	11,6	8,5	6,4	63	3,7	12,6	8,3	5,6	51	5,3
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	18,6	10,5	4,6	28	11,4	10,7	7,5	5,8	61	3,8	12,6	8,1	5,4	49	5,5
Frauenkirche . .	17,7	10,4	5,0	33	10,1	11,6	7,6	5,4	53	4,8	12,6	7,6	4,8	44	6,1
	80.					81.					82.				
Tag und Stunden .	5. Juni ¼8—¼10					6. Juni 7—9					7. Juni ½2—½4				
Windrchtg. u. Wetter	W_4 Regen					W_3 bewölkt					W_2 bewölkt				
Sendlingerthorplatz	8,6	8,5	8,2	99	0,2	9,6	7,8	6,8	76	2,1	17,1	11,2	6,3	44	8,2
Isarthorplatz . .	8,7	7,8	8,4	100	0,0	11,3	8,6	6,7	67	3,3	18,1	11,7	6,4	41	9,1
Hofgarten . . .	8,7	8,5	8,2	98	0,2	10,6	8,4	6,8	68	2,7	18,3	12,9	7,8	50	7,9
Königinstrasse . .	8,8	8,5	8,1	96	0,4	11,4	8,8	6,9	69	3,2	15,5	11,6	7,8	59	5,3
Nördl. Friedhof .	8,6	8,4	8,1	98	0,3	11,5	8,6	6,6	65	3,5	17,5	12,1	7,2	49	7,7
Stiegelmayerplatz .	9,4	8,7	8,0	91	0,8	11,5	8,4	6,4	63	3,7	18,4	12,4	7,1	45	8,7
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	9,2	8,6	8,0	92	0,7	12,9	9,9	7,3	66	3,8	17,5	12,0	7,1	48	7,8
Frauenkirche . .	9,6	8,5	7,6	86	1,3	12,4	8,6	5,7	57	4,6	17,5	11,6	6,6	45	8,3

*) In folgender Reihenfolge beobachtet:

Frauenkirche, äussere Nymphenburgerstrasse, Stiegelmayerplatz, nördlicher Friedhof, Königinstrasse, Hofgarten, Isarthorplatz, Sendlingerthorplatz.

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungs-deficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungs-deficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungs-deficit
	83.					84.					85.				*
Tag und Stunden	8. Juni 2—4					9. Juni 9—11					9. Juni 5—7 N.				
Windrchtg. u. Wetter	W₃ bewölkt					SW Regen					SW bewölkt				
Sendlingerthorplatz	10,5	8,6	7,2	75	2,3	7,6	7,4	7,6	98	0,2	10,5	8,8	7,4	79	2,1
Isarthorplatz	11,4	9,0	7,1	71	3,0	9,2	8,4	7,6	89	1,1	11,6	9,4	7,5	74	2,7
Hofgarten	10,7	8,7	7,2	74	2,4	9,1	8,5	7,9	92	0,7	11,4	8,7	6,8	67	3,3
Königinstrasse	11,5	9,1	7,2	71	2,9	9,6	8,8	8,0	89	0,9	11,4	8,6	6,7	66	3,4
Nördl. Friedhof	11,1	8,7	7,0	70	2,9	9,8	8,9	8,0	88	1,1	11,6	9,5	7,6	75	2,6
Stiegelmayerplatz	12,4	10,0	7,7	72	3,0	11,6	9,6	7,7	76	2,5	11,7	9,6	7,7	75	2,6
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	11,7	9,7	7,8	76	2,5	10,6	9,5	8,2	87	1,3	11,1	9,2	7,5	76	2,4
Frauenkirche	11,5	9,0	7,1	70	3,0	10,5	8,9	7,6	80	1,9	11,9	9,4	7,3	71	3,1
	86.					87.					88.				
Tag und Stunden	10. Juni 8—10					10. Juni 5—7					11. Juni 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	W₁ bewölkt					bewölkt					Stille. Dunst				
Sendlingerthorplatz	10,5	9,4	7,6	75	2,5	13,5	9,6	6,6	57	4,9	9,4	8,6	7,9	89	0,9
Isarthorplatz	12,1	9,5	7,3	69	3,2	13,7	9,8	6,7	57	5,0	9,6	8,7	7,8	88	1,1
Hofgarten	10,8	8,8	7,3	75	2,4	11,7	9,7	7,8	76	2,5	10,4	9,5	8,3	89	1,1
Königinstrasse	11,6	9,5	7,6	75	2,6	12,7	11,0	8,8	81	2,2	10,6	9,6	8,3	89	1,2
Nördl. Friedhof	11,3	9,4	7,7	77	2,3	13,5	10,4	7,5	65	4,0	11,0	9,8	8,3	85	1,5
Stiegelmayerplatz	11,4	9,5	7,7	77	2,4	13,0	10,5	8,0	72	3,2	11,3	10,0	8,4	84	1,6
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	11,6	9,6	7,7	76	2,5	11,6	10,5	8,8	87	1,4	11,7	10,5	8,7	86	1,6
Frauenkirche	10,1	8,5	7,3	79	1,9	13,8	10,6	7,6	65	4,2	11,4	9,6	7,8	78	2,3
	89.					90.					91.				
Tag und Stunden	11. Juni 2—4					12. Juni 8—10					13. Juni 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	N bewölkt					N Regen					O₄ bewölkt				
Sendlingerthorplatz	15,7	11,5	7,6	57	5,7	10,8	9,9	8,6	90	1,1	13,1	12,0	9,8	88	1,4
Isarthorplatz	16,5	12,5	8,4	60	5,4	11,4	10,4	8,8	88	1,1	13,3	12,4	10,2	90	1,2
Hofgarten	14,8	10,8	7,2	58	5,3	11,5	10,5	8,9	88	1,2	13,4	12,6	10,4	91	1,1
Königinstrasse	14,8	11,3	7,9	63	4,6	11,4	10,6	9,1	91	1,0	13,4	12,7	10,5	93	1,0
Nördl. Friedhof	14,8	11,7	8,4	67	4,1	11,5	10,7	9,1	91	1,0	14,0	13,0	10,6	90	1,3
Stiegelmayerplatz	15,7	12,5	8,9	66	4,4	12,5	11,2	9,1	86	1,7	14,7	13,5	10,8	87	1,7
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	15,1	11,6	8,1	63	4,7	11,6	10,5	8,8	87	1,4	14,7	13,6	10,9	88	1,6
Frauenkirche	14,5	11,1	7,8	63	4,5	13,0	11,5	9,2	83	2,0	15,4	13,8	10,8	83	2,7
	92.					93.					94.				
Tag und Stunden	13. Juni 5—7					14. Juni 7—9					14. Juni ½2—¼4				
Windrchtg. u. Wetter	NO bewölkt					NW₁ Schön					NW Schön				
Sendlingerthorplatz	20,5	15,5	10,1	55	7,8	12,6	11,6	9,6	89	1,3	24,0	17,1	10,3	47	11,9
Isarthorplatz	20,7	15,7	10,2	56	8,2	12,9	11,9	9,8	89	1,3	24,8	16,8	9,4	40	13,9
Hofgarten	20,5	16,3	11,2	63	6,7	13,6	12,4	10,0	87	1,6	23,9	17,0	10,2	47	11,9
Königinstrasse	20,3	16,2	11,2	63	6,5	14,5	13,3	10,6	87	1,7	23,4	18,0	12,0	56	9,4
Nördl. Friedhof	21,1	17,2	12,2	66	6,4	15,4	13,6	10,5	81	2,5	22,8	16,5	10,2	49	10,4
Stiegelmayerplatz	21,5	17,2	12,0	63	7,1	14,6	13,1	10,3	84	2,1	24,7	17,7	10,8	47	12,3
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	22,0	16,7	10,9	56	8,8	15,8	14,3	11,2	84	2,4	24,0	16,7	9,7	44	13,2
Frauenkirche	22,0	16,5	10,5	54	9,2	16,4	14,4	10,0	79	3,9	24,0	15,4	7,8	34	15,1

*) In folgender Reihenfolge beobachtet:

Frauenkirche, äussere Nymphenburgerstrasse, Stiegelmayerplatz, nördlicher Friedhof, Königinstrasse, Hofgarten, Isarthorplatz, Sendlingerthorplatz.

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit
	95.					96.					97.				
Tag und Stunden	15. Juni 9—11					26. Juni 7—9					27. Juni $^1/_2$7—$^1/_2$9				
Windrchtg. u. Wetter	Stille. Regen					Stille. bewölkt					W Schön				
Sendlingerthorplatz	14,9	14,3	11,8	93	0,8	15,3	13,4	10,3	80	2,7	15,3	14,0	11,1	86	1,9
Isarthorplatz	16,3	15,5	12,6	92	1,2	16,3	13,7	10,1	73	3,7	16,9	14,5	10,8	76	3,5
Hofgarten	15,4	14,9	12,3	94	0,7	15,8	13,4	10,0	75	3,4	16,8	14,5	10,9	76	3,3
Königinstrasse	16,6	15,9	13,0	93	1,1	16,6	14,1	10,5	74	3,6	17,8	14,9	10,8	71	4,4
Nördl. Friedhof	16,4	15,5	12,6	91	1,3	16,8	14,0	10,2	72	4,0	18,2	15,2	11,0	71	4,6
Stiegelmayerplatz	17,5	15,6	12,0	81	2,9	17,5	14,5	10,5	70	4,4	18,4	15,3	11,1	70	4,7
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	16,6	15,0	11,7	83	2,4	18,0	14,8	10,6	69	4,8	18,5	15,3	11,0	70	4,9
Frauenkirche	17,4	15,3	11,6	79	3,2	18,6	14,6	9,9	62	6,1	19,3	15,5	10,8	64	5,9
	98.					99.					100.				
Tag und Stunden	27. Juni $^1/_2$2—$^1/_2$4					28. Juni 2—4					29. Juni $^1/_2$9—$^1/_2$11				
Windrchtg. u. Wetter	N Schön					NO_2 Schön					NO_3 Schön				
Sendlingerthorplatz	22,7	17,3	11,4	56	9,1	20,4	15,4	9,9	55	7,9	12,7	10,4	8,0	74	3,0
Isarthorplatz	24,9	17,9	11,0	47	12,4	22,2	15,6	9,2	47	10,7	12,5	9,5	7,0	65	3,8
Hofgarten	22,5	16,6	10,4	52	9,9	20.3	14,5	8,8	50	8,9	13,1	10,2	7,5	67	3,7
Königinstrasse	24,3	18,7	12,6	56	10,0	20,4	14,7	9,0	51	8,8	13,0	9,7	7,0	63	4,2
Nördl. Friedhof	24,6	18,6	12,3	53	10,7	20,7	15,1	9,4	51	8,8	13,5	9,9	6,9	60	4,6
Stiegelmayerplatz	25,0	18,4	11,7	50	11,9	21,2	15,0	8,9	48	9,8	14,4	10,5	7,1	58	5,1
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	24,2	17,3	10,5	47	12,0	20,5	15,0	9,3	52	8,6	13,9	10,2	7,0	59	4,8
Frauenkirche	24,2	16,6	9,4	42	13,1	20,2	14,4	8,7	49	8,9	13,6	9,4	6,3	54	5,3
	101.					102.					103.				
Tag und Stunden	30. Juni $^1/_2$7—$^1/_2$9					30. Juni 2—4					1. Juli $^1/_2$7—$^1/_2$9				
Windrchtg. u. Wetter	W_1 bewölkt					NO Schön					O Schön				
Sendlingerthorplatz	11,7	11,2	9,6	95	0,7	19,1	13,8	8,5	52	8,0	13,5	11,9	9,4	82	2,1
Isarthorplatz	12,5	10,9	8,1	71	2,7	20,4	14,6	8,9	50	8,9	14,7	12,5	9,5	76	3,0
Hofgarten	12,8	11,2	8,9	82	2,1	18,4	13,5	8,5	54	7,3	15,7	13,7	10,5	79	2,8
Königinstrasse	13,5	11,6	9,0	79	2,5	18,5	13,4	8,4	53	7,5	15,9	13,4	9,9	74	3,6
Nördl. Friedhof	13,5	11,6	9,0	79	2,5	21,5	14,5	8,0	42	11,1	16,3	13,6	10,0	72	3,8
Stiegelmayerplatz	13,9	11,8	8,4	71	3,4	19,7	13,7	8,0	47	9,1	16,4	13,4	9,6	69	4,3
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	14,1	12,1	9,3	78	2,7	19,4	13,5	7,9	48	8,9	17,2	14,5	10,7	73	3,9
Frauenkirche	14,1	11,5	8,5	72	3,5	19,7	13,3	7,5	44	9,6	17,5	13,4	8,9	60	6,0
	104.					105.									
Tag und Stunden	2. Juli $^3/_4$2—$^3/_4$4					3. Juli 7—9									
Windrchtg. u. Wetter	NO_2 Schön					NO_2 Schön									
Sendlingerthorplatz	25,2	17,5	10,2	43	13,6	16,7	14,7	11,2	79	3,0					
Isarthorplatz	25,5	17,7	10,3	43	14,0	17,0	15,0	11,5	80	2,9					
Hofgarten	24,5	17,5	10,6	47	12,3	17,3	15,3	11,7	80	3,0					
Königinstrasse	24,5	17,7	10,9	48	12,0	17,3	15,4	11,9	81	2,8					
Nördl. Friedhof	25,1	18,4	11,6	50	12.1	18,5	16,0	12,0	76	3,9					
Stiegelmayerplatz	26,0	18,5	11,3	45	13,7	19,0	16,4	12,3	75	4,1					
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	25,4	18,4	11,6	49	12,5	18,8	16,3	12,3	76	3,9					
Frauenkirche	25,3	18,0	10,9	46	13,1	19,2	16,3	12,0	73	4,4					

Betrachtet man nun das vorliegende Zahlenmaterial, so fällt zunächst auf, dass die der Reihenfolge der Beobachtungsorte nach geordneten Reihen durchaus nicht in der Weise fortschreiten, wie man erwarten müsste, wenn die Voraussetzung, dass die absolute und relative Feuchtigkeit, somit auch das Sättigungsdeficit zur gleichen Zeit an allen Beobachtungspunkten gleich gross sind, richtig wäre. Es müssten alsdann die einzelnen Reihen entsprechend der vorrückenden Zeit entweder eine gleichmässige Zunahme oder Abnahme — je nach der Tageszeit — zeigen und würde je die niederste Zahl am Anfangs- oder Endpunkte die höchste am entgegengesetzten Ende der Reihe zu stehen kommen. Zählt man jedoch zusammen, wie oft jede einzelne Station das Maximum oder Minimum der Reihe zeigte, so ergibt sich folgende Uebersicht: In 105 Reihen der absoluten Feuchtigkeit traf das Maximum resp. Minimum auf:

	Maximum	Minimum
1. Sendlingerthorplatz	16 mal	33 mal
2. Isarthorplatz	12 »	13 »
3. Hofgarten	6 »	18 »
4. Königinstrasse	20 »	10 »
5. nördlicher Friedhof	16 »	11 »
6. Stiegelmayerplatz	20 »	6 »
7. äussere Nymphenburgerstrasse	34 »	8 »
8. Frauenkirche	12 »	40 »

Es fällt somit allerdings das Minimum am häufigsten auf den ersten und letzten der Beobachtungspunkte, nicht aber auch das Maximum, und ist daher anzunehmen, dass jene beiden Punkte, da sie am häufigsten das Minimum der Reihe zeigen (in mehr als 50% aller Fälle), verhältnissmässig die trockensten sein müssen, zumal auch die Anzahl der Fälle, in welcher sie die höchste absolute Feuchtigkeit aufweisen, relativ gering erscheint (beim ersten Beobachtungspunkte 16 gegen 33, beim achten 12 gegen 40 zusammen für beide Punkte 28 gegen 73). Andererseits erscheint Punkt 7 am häufigsten (34 mal) als Punkt höchster absoluter Feuchtigkeit und nur achtmal als geringster, und dürfte daraus

zu schliessen sein, dass dieser Punkt im Vergleiche mit den anderen jedenfalls der feuchteste ist.

Ich halte es daher für angezeigt, zunächst zwei der extremsten Punkte mit einander in Vergleich zu ziehen, und zu untersuchen, wie häufig und wie gross die Differenz zwischen beiden ist.

Ich wähle hierzu Punkt 7 (äussere Nymphenburgerstrasse), und Punkt 8 (Frauenkirche), ersteren als feuchtesten, letzteren als den trockensten der ganzen Reihe, und werde sofort auch den Einfluss der Jahreszeit zu untersuchen bestrebt sein, indem ich die ganze Reihe der 105 Beobachtungen in eine Reihe von Winterbeobachtungen (No. 1—46 vom 27. Januar bis 26. März) und eine Reihe Sommerbeobachtungen (No. 47—105 vom 5. Mai bis 3. Juli) entsprechend der grösseren durch äussere Verhältnisse bedingten Pause vom 26. März bis 5. Mai theile.

Vor allem erscheint es nothwendig zu konstatiren, wie häufig die in der äusseren Nymphenburgerstrasse beobachtete absolute Feuchtigkeit die bei der Frauenkirche beobachtete übertraf oder gegen sie zurückblieb, oder Gleichheit gefunden wurde. Die Antwort gibt folgende Tabelle.

Die absolute Feuchtigkeit an der Frauenkirche (Centrum der Stadt) war im Vergleiche mit der in der äusseren Nymphenburgerstrasse gefundenen

	geringer	gleich	grösser
im Winter	28 mal	6 mal	12 mal
im Sommer	51 »	2 »	6 »
im ganzen	79 mal	8 mal	18 mal

Ganz ähnliche Verhältnisse erhält man, wenn man die relative Feuchtigkeit in Betracht zieht; diese war an der Frauenkirche

	geringer	gleich	grösser
im Winter	37 mal	2 mal	7 mal
im Sommer	49 »	1 »	9 »
im ganzen	86 mal	3 mal	16 mal

Umgekehrt muss sich das Sättigungsdeficit verhalten, da dieses um so grösser ist, je geringer die relative Feuchtigkeit und umgekehrt. In der That fand ich dasselbe an der Frauenkirche

	geringer	gleich	grösser
im Winter	7 mal	2 mal	37 mal
im Sommer	13 »	4 »	42 »
im ganzen	20 mal	6 mal	79 mal.

Um diese Resultate noch übersichtlicher zu machen, habe ich dieselben in Procenten sowohl für den Winter, als auch den Sommer und endlich im Ganzen berechnet, welche Zahlen in nachfolgender Tabelle enthalten sind.

Häufigkeit der geringeren, gleichen oder grösseren Feuchtigkeit an der Frauenkirche gegenüber der äusseren Nymphenburgerstrasse.

	Geringer	Gleich	Grösser
a) absolute Feuchtigkeit			
Winter	60,9	13,0	26,1
Sommer	86,5	3,4	10,2
Im ganzen	75,2	7,6	17,2
b) relative Feuchtigkeit			
Winter	80,6	4,4	15,2
Sommer	83,2	1,7	15,3
Im ganzen	81,9	2,9	15,2
c) Sättigungsdeficit			
Winter	15,2	4,4	80,6
Sommer	22,0	6,8	71,3
Im ganzen	19,0	5,7	75,2

Es ist damit erwiesen, dass die Luft im Innern der Stadt und zwar bei der Frauenkirche, in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle geringere, absolute und relative Feuchtigkeit, und andererseits ein grösseres Sättigungsdeficit besitzt, als die Luft im Freien im Nordwesten der Stadt, und handelt es sich nunmehr darum zu untersuchen, wie gross die beobachteten Differenzen im Durchschnitte waren.

Darüber gibt nachfolgende Zusammenstellung Aufschluss, welche sowohl für die Fälle mit grösserer als auch mit geringerer

Feuchtigkeit die mittlere Differenz ergibt und zwar im ganzen und ausgeschieden nach Winter und Sommer; auch ist der Tabelle eine Rubrik beigefügt, welche die grösste Differenz jeder einzelnen Reihe aufweist.

Absolute Feuchtigkeit.

				Mittl. Differenz	Grösste Differenz
a) geringere	28	Fälle	Winter	0,49	1,5
	51	»	Sommer	0,71	2,8
	79	»	Summa	0,64	2,8
b) grössere	12	»	Winter	0,41	1,6
	6	»	Sommer	0,28	0,4
	18	»	Summa	0,36	1,6

Relative Feuchtigkeit.

				Mittl. Differenz	Grösste Differenz
a) geringere	37	Fälle	Winter	8,3	23
	49	»	Sommer	5,5	22
	86	»	Summa	6,8	23
b) grössere	7	»	Winter	6,4	13
	9	»	Sommer	2,4	7
	16	»	Summa	4,2	13

Sättigungsdeficit.

a) geringeres	7	Fälle	Winter	0,50	1,8
	13	»	Sommer	0,43	3,4
	20	»	Summa	0,46	3,4
b) grösseres	37	»	Winter	0,63	2,1
	42	»	Sommer	1,03	5,3
	79	»	Summa	0,84	5,3

Betrachten wir zunächst die Rubrik der mittleren Differenzen, so erscheinen dieselben als sehr unbedeutend, wenigstens vom Standpunkte des Hygienikers aus gesehen — der Meteorologe wird dieselben voraussichtlich anders beurtheilen. —

Für den menschlichen Körper ist es ziemlich gleichgültig unter gewöhnlichen Umständen, wenn er aus Luft von einer ab-

soluten Feuchtigkeit von n Gramm in solche von $n - 0{,}64$ oder von $n + 0{,}36$ gr übergeht, auch werden zwei sonst gleiche Menschen, sofern solche denkbar sind — sich voraussichtlich ganz gleich verhalten, wenn beispielsweise der eine in einer Luft lebt, welche 60 % relative Feuchtigkeit aufweist, während die den anderen umgebende Luft nur zu 53,2 % (60—6,8) mit Wasserdampf gesättiget ist. Solche Differenzen können höchstens, wenn sie in der Nähe des Sättigungszustandes der Luft liegen und es sich um die Ertragung extrem hoher Temperaturen handelt, eine Bedeutung erlangen, denn bekanntlich vermag der Mensch um so höhere Temperaturen auszuhalten, je weniger die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist. Unter gewöhnlichen Verhältnissen aber, wie im vorliegenden Falle, erscheinen derartige Grössen nahezu bedeutungslos.

Es soll damit allerdings nicht geläugnet werden, dass der physiologische Zustand des Organismus, seine Wasser- und Wärmeabgabe beim Uebergange von einer Luft, welche nur um das Minimum der obigen Zahlen feuchter oder trockner ist, in die andere eine Aenderung erfahre; aber es dürfte wohl unbestritten bleiben, dass derartige Aenderungen unmöglich einen schädigenden Einfluss besitzen können. Setzt sich doch der Mensch, welcher an Ort und Stelle verbleibt, im Laufe weniger Stunden viel bedeutenderen Aenderungen der Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft aus, als derjenige, welcher sich von der Frauenkirche nach der äusseren Nymphenburgerstrasse begibt, und wie grosse und plötzliche Unterschiede in der Luftfeuchtigkeit wirken auf uns ein, ohne uns zu schaden, wenn wir z. B. im Winter von der Strasse, wo vielleicht eine relative Feuchtigkeit von 100% herrscht, in ein Wohnhaus treten, woselbst das Hygrometer nur 40 oder weniger Procente zeigt, und noch dazu eine vielleicht um 20 Grade höhere Temperatur uns umfängt!

Angesichts solcher Beispiele erscheinen die beobachteten mittleren Unterschiede indifferent und selbst die in der zweiten Rubrik der vorangehenden Tabelle verzeichneten grössten Differenzen vermögen nur rein theoretisches Interesse zu beanspruchen, da dieselben in Folge ihrer Seltenheit (sie wurden je nur ein

einziges Mal beobachtet) unmöglich zu einer Charakteristik des Unterschiedes in der Luftfeuchtigkeit verschiedener Plätze einer Stadt herangezogen werden können.

Ich glaubte daher auf eine erschöpfende Verarbeitung des Materiales an dieser Stelle verzichten zu können, schon aus dem Grunde, um nicht der Arbeit einen Umfang zu verleihen, welcher in keinem Verhältnisse zu den gewonnenen Resultaten stehen dürfte — immer die rein hygienische Fragestellung der Arbeit im Auge behaltend. — Nur folgende Angaben möchte ich zur Vollendung der Vergleichung der beiden Beobachtungspunkte Frauenkirche—äussere Nymphenburgerstrasse noch anführen. Da in der überaus grossen Anzahl der Fälle der Beobachtungsposten an der Frauenkirche geringere, absolute und relative Feuchtigkeit zeigte, als der damit verglichene Punkt, so muss sich dieses Manco auch ausdrücken lassen durch je eine Zahl, welche angibt, um wie viel im Durchschnitte aus allen Beobachtungen und auch aus den Beobachtungen der einzelnen Reihen (Sommer und Winter) die Luft an der Frauenkirche ärmer an Wasser war, als die in der Nymphenburgerstrasse, und wie viel ihr Sättigungsdeficit das des anderen Punktes übertraf.

Ich addirte zu diesem Zwecke alle Differenzen aus den Fällen mit geringerer, absoluter, resp. relativer Feuchtigkeit, resp. Sättigungsdeficit und subtrahirte davon die Summe der Differenzen aller Fälle mit umgekehrten Feuchtigkeitsverhältnissen, den Rest dividirte ich mit der Zahl aller Einzelbeobachtungen 46 resp. 59, resp. 105. Das Resultat war folgendes:

Die absolute Feuchtigkeit an der Frauenkirche war durchschnittlich kleiner:

im Winter um 0,19 g
» Sommer » 0,58 g
» ganzen » 0,41 g

die relative Feuchtigkeit war kleiner:

im Winter um 5,9 %
» Sommer » 4,2 %
» ganzen » 4,9 %

das Sättigungsdeficit war grösser:

im Winter um 0,43 g
» Sommer » 0,64 g
» ganzen » 0,55 g

Diese Zahlen bedürfen keiner weiteren Erläuterung.

Schliesslich möchte ich nochmals auf meine ursprünglich gestellte Aufgabe zurückkommen und an der Hand der bisher gewonnenen Resultate versuchen über die Unterschiede zwischen den einzelnen Beobachtungspunkten zu einer Orientirung zu gelangen. Zu diesem Zwecke gruppire ich die einzelnen Stationen nach Maassgabe der Tabelle (S. 19) und zwar einmal nach der Häufigkeit der Maxima und dann nach der Seltenheit der Minima, welche auf jede einzelne Station treffen; es ergeben sich dabei folgende zwei Reihen. Es rangiren die Beobachtungsstationen nach Maassgabe der

Maxima:		Minima:	
Hofgarten	6	Frauenkirche	40
Frauenkirche	12	Sendlingerthor	33
Isarthorplatz	12	Hofgarten	18
Sendlingerthor	16	Isarthorplatz	13
Nördlicher Friedhof	16	Nördlicher Friedhof	11
Königinstrasse	20	Königinstrasse	10
Stiegelmayerplatz	20	Nymphenburgerstrasse	8
Nymphenburgerstrasse	34	Stiegelmayerplatz	6

Die Uebereinstimmung zwischen beiden Reihen ist eine sehr gute, während nördlicher Friedhof und Königinstrasse in beiden die gleiche Stelle einnehmen, befindet sich die Station Frauenkirche in der einen Reihe an zweiter, in der anderen an erster Stelle, und auch die letzten beiden Stationen, Stiegelmayerplatz und Nymphenburgerstrasse stehen je in umgekehrter Reihenfolge: Die vier ersten Stationen der Reihe der Maxima sind auch wieder die vier ersten Stationen der Reihe der Minima und ebenso sind die zweiten Hälften der beiden Reihen nahezu identisch. Es lässt sich daher wohl behaupten, dass die acht Beobachtungsstationen sich entsprechend ihrer absoluten Feuchtigkeit in eine

Reihe bringen lassen, welche nach zunehmender Feuchtigkeit ungefähr so geordnet sein dürfte:

Frauenkirche,
Hofgarten,
Sendlingerthor,
Isarthor,
Nördlicher Friedhof,
Königinstrasse,
Stiegelmayerplatz,
Nymphenburgerstrasse.

Ganz ähnliche Reihen lassen sich auch aus den Zahlen für die relative Feuchtigkeit berechnen, es reihen sich alsdann nach Häufigkeit der Maxima und Seltenheit der Minima die Stationen in folgender Ordnung an einander. Nach den

Maxima:		Minima:	
Stiegelmayerplatz	6	Frauenkirche	56
Frauenkirche	8	Isarthorplatz	17
Isarthorplatz	8	Nördlicher Friedhof	14
Hofgarten	10	Sendlingerthor	12
Nördlicher Friedhof	11	Hofgarten	9
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	15	Nymphenburgerstrasse	7
Königinstrasse	36	Königinstrasse	5
Sendlingerthor	39	Stiegelmayerplatz	5

Die Reihenfolge in diesen beiden Reihen zeigt nicht so auffallende Uebereinstimmung als zwischen den beiden Reihen aus der absoluten Feuchtigkeit; immerhin aber erscheint auch hier wieder Frauenkirche am einen Ende beider Reihen, am entgegengesetzten Ende finden sich wieder Stiegelmayerplatz, Königinstrasse und äussere Nymphenburgerstrasse. Will man nun auch unter Berücksichtigung der relativen Feuchtigkeit eine Reihenfolge der einzelnen Stationen construiren, welche alsdann die natürliche Abstufung der Beobachtungsstationen nach ihren Feuchtigkeitsverhältnissen darstellen würde, so erübrigt nichts anderes, als die Platznummern der einzelnen Stationen in obigen vier Reihen zu addiren und darnach die neue endgültige Reihen-

folge zu bestimmen. Z. B. die Station Hofgarten nimmt in der Reihe der Maxima der absoluten Feuchtigkeit den 1. Platz

»	Minima	»	»	»	3.	»
»	Maxima	»	relativen	»	4.	»
»	Minima	»	»	»	5.	» ein.

Die Stellung in der neuen Reihe würde alsdann der Zahl 13 entsprechen.

Nach solchem Principe geordnet entsteht folgende Reihe:

1. Frauenkirche	6
2. Isarthor	12
3. Hofgarten	13
4. Sendlingerthor	18
5. Nördlicher Friedhof	18
6. Stiegelmayerplatz	24
7. Königinstrasse	26
8. Aeussere Nymphenburgerstrasse	27.

Die Reihenfolge ist wiederum ganz ähnlich der aus der absoluten Feuchtigkeit berechneten; die Endglieder sind die gleichen, die ersten Hälften beider Reihen enthalten die gleichen Stationen, die zweiten Hälften ebenso (nördlicher Friedhof, Stiegelmayerplatz, Königinstrasse, äussere Nymphenburgerstrasse), so dass wohl beide Reihen ab gleichwerthig angesehen werden können. Die eine bildet die Probe für die andere.

Ein Blick auf das Kärtchen (S. 5) ergibt nun die Thatsache, dass die eine Hälfte der Stationen, welche nach vorstehender Gruppirung als die feuchteren anzusehen sind, nördlich von einer horizontalen Linie liegt, welche von Ost nach West verlaufend, die Stadt in zwei ziemlich gleiche Hälften theilt; die südlich davon gelegenen Punkte haben sich als die trockeneren erwiesen. Eine Ursache hierfür vermag ich jedoch nicht aufzufinden, da weder die Nähe von Wasser (Isar beim Isarthorplatz, Fontaine am Sendlingerthorplatz) noch auch die Vegetation (Park am Sendlingerthorplatz) sich als Ursachen höherer Feuchtigkeit erwiesen. Auch die Scheidung des Terrains der Stadt in drei Terrassen ergibt keinen Erklärungsgrund für die gefundene Gruppirung ab, denn

einerseits liegt von den beiden feuchtesten Stationen die eine (Nymphenburgerstrasse) auf der höchsten, die andere (Königinstrasse) auf der niedersten Terasse und andererseits fanden sich auf dieser tiefsten Terrasse eine Station höchster (Königinstrasse) und eine niederster Feuchtigkeit (Isarthor), so dass also auch von einer Vertheilung nach diesem Gesichtspunkte keine Rede sein kann, und damit auch in epidemiologischer Beziehung kein neuer Gesichtspunkt gewonnen wurde. Auch lässt sich kein Anhaltspunkt finden, welcher einen Einfluss der Windrichtung auf die in Rede stehenden Verhältnisse beweisen würde. Südwest, West und Ost sind die in München vorherrschenden Windrichtungen; auch in den Beobachtungen ist von 105 Tagen 26 mal West, 15 mal Südwest, 17 mal Nordost, 11 mal reiner Ost verzeichnet, während die übrigen Windrichtungen dagegen fast verschwinden und gerade letztere könnten allein maassgebend sein für die von mir gefundene Vertheilung der trockenen und feuchten Stationen auf eine nördliche und südliche Stadthälfte.

Trotzdem glaube ich mit den bisher erörterten Resultaten eine Orientirung über die eingangs aufgestellten Fragen erreicht zu haben und muss es weiteren Untersuchungen überlassen, das gesammelte Material, welches in rein meteorologischer Beziehung noch manchen interessanten Aufschluss geben dürfte, weiter zu sichten. Ich bin mir wohl bewusst, dass meine Untersuchungen, welche ja nur orientirende sein sollten, nicht allen Anforderungen entsprechen, welche man im Interesse einer vollständigen Lösung der Frage hätte stellen müssen; aber das glaube ich dennoch dargethan zu haben, dass die bestehenden Unterschiede so gering sind, dass der Arzt keine Veranlassung hat, mit ihnen zu rechnen.

Es erübrigt mir alsdann nur noch, Herrn Privatdocent Dr. Renk, dem I. Assistenten des hygienischen Institutes, für die gegebene Anregung zu vorliegender Arbeit und freundliche Unterstützung bei Ausführung derselben, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Der **siebente Congress für innere Medicin** findet vom 9. bis 12. April 1888 zu **Wiesbaden** statt. Das Präsidium desselben übernimmt Herr Leube (Würzburg). Folgende Themata sollen zur Verhandlung kommen: Montag den 9. April: Die chronischen Herzmuskelerkrankungen und ihre Behandlung. Referenten: Herr Oertel (München) und Herr Lichtheim (Bern). — Dienstag den 10. April: Der Weingeist als Heilmittel. Referenten: Herr Binz (Bonn) und Herr von Jaksch (Graz). — Mittwoch den 11. April: Die Verhütung und Behandlung der asiatischen Cholera. Referenten: Herr Cantani (Neapel) und Herr August Pfeiffer (Wiesbaden). — Folgende Vorträge sind bereits angemeldet: Herr Rumpf (Bonn): Ueber das Wanderherz. — Herr Unverricht (Jena): Experimentelle Untersuchungen über den Mechanismus der Athembewegungen. — Herr Liebreich (Berlin): Thema vorbehalten. — Herr Adamkiewicz (Krakau): Ueber combinirte Degeneration des Rückenmarkes. — Herr Jaworski (Krakau): Experimentelle Beiträge zur Diätetik der Verdauungsstörungen. — Derselbe: Thema vorbehalten. — Herr Stieler (Budapest): Zur Therapie des Morbus Basedowii. — Derselbe: Zur Diagnostik der Nierentumoren. — Herr Emil Pfeiffer (Wiesbaden): Harnsäureausscheidung und Harnsäurelösung. — Herr Binswanger (Jena): Zur Pathogenese des epileptischen Anfalls. — Herr Jürgensen (Tübingen): Ueber kryptogenetische Septiko-Pyämie.

144



Untersuchungen über den Durchtritt von Infectionserregern durch die intacte Lungenoberfläche.

(Aus der hygienischen Station am Operationscursus für Militärärzte in München.)

(Mit Taf. I.)

I. Historisches und Kritisches.

Von

Dr. Hans Buchner,
Stabsarzt und Privatdocent für Hygiene.

Gewisse epidemiologische Erfahrungen haben längst die Frage nahe gelegt, ob nicht die Luft, welche wir athmen, unserem Organismus unter Umständen Infectionserreger zuführen könne, deren Entwickelung im Innern des Körpers von krankmachenden Wirkungen gefolgt sei. Dahingehende Vermuthungen schienen insbesondere berechtigt in jenen Fällen, wo der blosse, kurzdauernde Aufenthalt in der Nähe eines Kranken oder das Verweilen an einer Oertlichkeit (Malaria) zur erfolgreichen Infection genügt. Ueberall da schien der Modus der letzteren zunächst kaum anders erklärlich, als durch Vermittlung desjenigen Mediums, mit dem unser Organismus immer und überall, wo wir uns aufhalten, in die innigste Berührung tritt, nämlich der Athemluft.

Angesichts der Wichtigkeit dieser Frage muss es befremdlich erscheinen, die wissenschaftliche Erforschung derselben so wenig gefördert und die Ansichten so wenig geklärt zu sehen, dass auf der einen Seite der Einathmung von Krankheitserregern ein weiter Spielraum und eine grosse praktische ätiologische Bedeutung zuerkannt wird, während Andere in entgegengesetzter Richtung so weit gehen, diesen Infectionsmodus überhaupt zu leugnen und die Aufnahme von Krankheitserregern durch die intacte Oberfläche des Respirationsorganes als ausgeschlossen zu erklären.

Um so nothwendiger wird es sein, diese Widersprüche einer experimentellen Lösung zuzuführen. Die nachfolgenden Untersuchungen werden den Beweis liefern, dass es möglich ist, über das Principielle der Frage, über die Passirbarkeit der intacten Lungenoberfläche bei Thieren zu einer sicheren Entscheidung zu gelangen. Ob und wie weit es zulässig sein wird, hieraus weitere Folgerungen ätiologischer und epidemiologischer Natur zu ziehen, diese Frage wird selbstverständlich einer weiteren gesonderten Beantwortung bedürfen.

Um die Aufgabe vollkommen scharf zu präcisiren, sei besonders darauf aufmerksam gemacht, dass es sich bei den nachfolgenden Untersuchungen keineswegs um die Infectionsmöglichkeit auf dem Athemwege überhaupt handelt. Diese Möglichkeit ist für gewisse Infectionserreger (Tuberculose) längst bewiesen und durch zahlreiche Untersuchungen (Lippl, Tappeiner und Schweninger, Wargunin, Veraguth, Weichselbaum, Kuessner, Koch u. A.) über allen Zweifel sicher gestellt. Wenn wir uns nur an die Versuche von Koch halten, die mit reinem Material, mit Reinculturen von Tuberkelbacillen angestellt wurden, so gestatten dieselben keinen anderen Schluss, als dass ein Eindringen der inhalirten Tuberkelbacillen auf dem Athemwege und zwar bis in die Alveolen stattgefunden habe[1]). Sämmtliche Kaninchen und Meerschweinchen, die bei diesen Versuchen der Einathmung zerstäubter Tuberkelbacillen ausgesetzt waren, zeigten nach Verlauf einiger Wochen in den Lungen zahlreiche Tuberkel, an denen bei einer gewissen Entwickelung schon makroskopisch die alveoläre Ausbreitung deutlich erkennbar war. Bei den später gestorbenen resp. getödteten Thieren fanden sich nun aber auch Tuberkel in Leber und Milz. Der Gesammtorganismus war sohin zweifellos durch Vermittelung der Athemwege inficirt worden. Die secundären Localisationen, die tuberculösen Metastasen in weiteren Organen, Milz, Leber u. s. w. konnten nur durch Verschleppung der Tuberkelbacillen auf dem Blutwege entstanden sein. Trotzdem haben wir es bei diesen Versuchen mit wesentlich

1) R. Koch, Aetiologie der Tuberculose. Mittheilungen aus dem kais. Gesundheitsamte Bd. 2 S. 74.

anderen Verhältnissen zu thun, als diejenigen sind, welchen die gegenwärtige Untersuchung gewidmet ist. Da die Tuberkelbacillen in der Alveolarwand selbst eine geeignete Vermehrungsstätte vorfinden, und da stets primäre Entwickelung von Lungentuberkeln bei den Versuchsthieren eintritt, so handelt es sich bei dem später erfolgenden Durchtritt der Tuberkelbacillen und Uebergang in's Blut möglicherweise um ganz specielle Verhältnisse, welche eine Verallgemeinerung und einen etwaigen Schluss auf das Verhalten anderer Bacterien gegenüber der Lungenoberfläche gar nicht gestatten würden. Die Ausbildung derjenigen Veränderung, welche wir mit dem Begriff des Tuberkels bezeichnen, kann möglicherweise consecutive Veränderungen im Gefolge haben, wodurch abnormale Communicationen eröffnet und ein Uebertritt von Tuberkelbacillen, entweder frei oder an Zellen gebunden, in's Blut ermöglicht wird, ohne dass hieraus ein Schluss auf normale Verhältnisse gezogen werden dürfte.

Indem wir daher von derartigen speciellen Fällen (und von anderen analogen z. B. Rotz) absehen, ergibt sich folgende genauere Definition der aufgestellten Frage:

Existirt die Möglichkeit des Durchtritts durch die intacte Lungenoberfläche und des Eintritts in die Blutbahn auch für solche Infectionserreger, die nicht befähigt sind, in der Alveolarwand, überhaupt im Lungengewebe, primäre Ansiedlungen zu bewirken?

Die so definirte Frage vermag einer experimentellen Lösung offenbar nur dann zugeführt zu werden, wenn es gelingt, die Versuche mit solchen Cautelen zu umgeben, dass andere Deutungsmöglichkeiten für die erlangten Resultate mit Sicherheit ausgeschlossen sind. Dass dies möglich ist, wird die Mittheilung der Versuche lehren, deren erster Theil, der sich mit Inhalation trockenen Bacterienstaubes beschäftigt, gemeinschaftlich mit Herrn Dr. F. Merkel, deren zweiter, die Inhalation zerstäubter, in Flüssigkeit suspendirter Reinculturen betreffend, gemeinschaftlich mit Herrn Dr. E. Enderlen ausgeführt wurde. Bevor zur Darstellung dieser experimentellen Arbeiten übergegangen wird,

scheint es indes unumgänglich nothwendig, den bisherigen wissenschaftlichen Stand dieser Fragen zu charakterisiren. Namentlich wird es erforderlich sein, die Vorarbeiten anzuführen, die auf dem Gebiete der Inhalation schwebender, fester Theilchen bereits vorliegen, deren reiche Zahl und vielfach hervorragende Tüchtigkeit es gebieterisch erfordern, in einer so wichtigen Frage die gebührende Aufmerksamkeit denselben nicht vorzuenthalten. Die Ausserachtlassung dieser, zumeist auf pathologischem Gebiete liegenden Forschungen, die ungenügende Kenntnis und Würdigung ihrer Ergebnisse hat es zweifellos mitverursacht, dass in der hier vorliegenden Frage auf hygienischer Seite noch eine so weitgehende Verschiedenheit und Unklarheit der Anschauungen existiren kann.

Man scheint es sich nicht genügend deutlich gemacht zu haben, dass das rein Mechanische des Vorganges bei der Inhalation schwebender, sehr kleiner Partikelchen genau das nämliche sein muss, gleichviel, ob diese Theilchen aus Kohlensplittern oder Gesteinsfragmenten, aus Metallstäubchen oder Tabakspartikelchen, aus zermahlenem Ultramarin oder endlich aus bacterienhaltigen Stäubchen oder geradezu aus trockenen Bacteriensporen bestehen. Sonst hätte man nothwendigerweise zu dem Schlusse gelangen müssen, dass die nämlichen Triebkräfte, welche die leblosen Stäubchen bewegen, auch die belebten Bacterienstäubchen weiter schaffen können, und dass die nämlichen Wege, welche den leblosen Stäubchen offen stehen, auch den belebten Stäubchen nicht verschlossen sein können. Allein so wenig ist man zum Theil auf hygienischer Seite zu einer derartigen Folgerungsweise geneigt, dass beispielsweise Flügge in seinem Buche »die Mikroorganismen« sich bei Behandlung dieser Frage sogar auf die ausgezeichneten Forschungen Arnold's über Staubinhalation berufen konnte, um darzuthun, dass eine Passirbarkeit der intacten Lungenoberfläche für Bacterien nicht existire[1]). Mit welchem Unrecht diese Berufung erfolgt ist, das soll im Nachfolgenden ausführlich gezeigt werden.

1) Flügge, »Mikroorganismen« 2. Aufl. Leipzig 1886 S. 607, 608.

a) Bisherige Forschungsergebnisse über Staubinhalation und deren Beziehungen zur Inhalation von Bacterien.

Den ersten Anstoss zu Forschungen in dieser Richtung gab das Vorkommen reichlichen schwarzen Pigments in menschlichen Lungen, von dessen Herkunft man allerdings zunächst nicht im Stande war, sich eine zutreffende Vorstellung zu bilden. Pearson war es, der zuerst die Uebereinstimmung dieses Pigmentes der Lungen und Bronchialdrüsen mit wahrer Kohle zu erweisen trachtete, während Laennec als der erste die Möglichkeit aussprach, dass wir in dem Lungenpigment nichts anderes vor uns haben als den eingeathmeten, von Beleuchtung und Beheizung herstammenden Russ. Indess, die nächste Zeit brachte wenig Fortschritt Erst Traube verhalf 1860 der richtigen Erkenntnis zum Siege durch Mittheilung eines Falles, bei dem die sonst normale Lunge eines Holzkohlenarbeiters angefüllt war mit wohlcharakterisirten Holzkohlensplittern, die übrigens auch im Leben in den Sputis nachgewiesen worden waren. Damit war die Möglichkeit des Eindringens staubförmiger Körperchen in die Alveolen der Lunge erwiesen, die Annahme, dass die natürliche Schutzeinrichtung der mit Wimpern begabten Cylinderepithelien des Respirationstractus eine für alle Fälle genügende sei, widerlegt.

Allein auch Traube sprach zunächst nur von einer Ablagerung des eingeathmeten Staubes in den Alveolen; das Eindringen desselben in das Gewebe der Lunge blieb damals noch unerörtert und unbewiesen. Mit dieser Frage beschäftigten sich aber in der Folge die Arbeiten von Lewin und Rosenthal, von Knauff und Slavjanski, und namentlich die gründlichen und ausgedehnten Untersuchungen von Zenker und von G. Merkel. Auf Grund dieser, in ihrer Beweiskraft unanfechtbaren, theils klinischen, theils experimentellen Forschungen musste das Eindringen der Staubtheilchen, und zwar nicht bloss von Kohlepartikeln, sondern von irgendwelchen Staubsorten, wie sie eben zur Inhalation gelangen, in das Parenchym der Lunge als erwiesen betrachtet werden.

Es fragte sich jetzt bloss um die näheren Details dieses Vorganges und um die Wege, auf denen dieses Eindringen zu

Stande kommt. Allein auch hierüber sind seitdem ebenso gründliche als reichhaltige Untersuchungen ausgeführt worden, von denen insbesondere diejenigen von Arnold ein besonderes Gewicht beanspruchen[1]). Es möge gestattet sein, im folgenden wesentlich der Darstellung dieses Forschers zu folgen.

Die Verhältnisse bei der Staubinhalation sind nach Arnold folgende. In der Trachea, in den Bronchien und in den Alveolen findet man den Staub sowohl frei in Form einzelner in Schleim eingebetteter Körner und Körnerhaufen, als auch an Zellen, sog. »Staubzellen« gebunden, die ihrem anatomischen Charakter nach lymphoide und epithelioide Zellen sein können. Diese Staubzellen zeigen nicht nur eine verschiedengradige Füllung, sondern auch Differenzen bezüglich ihrer Gestalt, Structur und gegenseitigen Anordnung. Im wesentlichen sind zwei Formen zu unterscheiden: kugelige und platte Zellen. Die ersteren besitzen ein körniges Protoplasma und einen dunklen, zuweilen gelappten oder im Zustand der Fragmentirung befindlichen Kern (entsprechend den »Mikrophagen« Metschnikoff's!); die platten Zellen dagegen sind immer beträchtlich grösser und enthalten einen hellen, bläschenförmigen Kern und ein feinkörniges Protoplasma (entsprechend den »Makrophagen« von M.!); nicht selten hängen mehrere der platten Zellen membranartig zusammen.

Diese Staubzellen wurden nun theils wandständig, theils frei in den Alveolen angetroffen. Früher hielt man dieselben nur für losgelöste Alveolarepithelien. Es lässt sich jedoch darthun, dass mindestens ein Theil derselben als wandständig zu betrachten ist. Behandelt man Staublungen (von Thieren, die künstlicher Inhalation von Kohlenruss, Ultramarinpulver, Smirgel etc. ausgesetzt waren), durch Ausgiessen mit Alkohol und Durchtränkung mit Celloïdin, so findet man zahlreiche, wandständige Alveolarepithelien, welche mehr oder weniger Staub enthalten. Erst nachher kommt die Desquamation zu Stande, und in der That findet man sehr häufig innerhalb der Lungenalveolen nicht nur einzelne Zellen, welche ihrer Grösse und platten Form nach mit den Alveolar-

1) J. Arnold, Untersuchungen über Staubinhalation und Staubmetastase. Leipzig 1885.

epithelien übereinstimmen, sondern auch aus solchen Zellen zusammengesetzte Membranen, deren Ursprung nur in diesem Sinne gedeutet werden kann.

Auf der andern Seite aber findet auch eine Auswanderung von Zellen aus den Blutgefässen, vielleicht auch aus den Lymphgefässen zweifellos statt. Dieselbe ist zwar bei den Russinhalationen eine beschränkte, bei den Smirgel- und Sandsteinverstäubungen dagegen eine ausgiebige, was vielleicht mit der Oberflächenbeschaffenheit der Staubkörner zusammenhängt. Das Vorkommen dieser Auswanderung darf aus dem bereits erwähnten Befund von Zellen erschlossen werden, welche durch Form, Grösse und Structur von den desquamirten Alveolarepithelien sich unterscheiden.

Es handelt sich nun um das weitere Schicksal der auf der Bronchialschleimhaut und im Innern der Alveolen abgelagerten Staubkörperchen. Während ein Theil mehr oder weniger lange auf den erwähnten Flächen liegen bleibt, beginnen andere Staubmassen in's Gewebe vorzurücken. Diese Wanderung erfolgt jedenfalls zum allergeringsten Theil durch die Schleimhaut der Bronchien, wo schon die Wimperbekleidung ein Hemmnis bildet. Hingegen müssen es die Wandungen der Alveolen sein, die in irgend einer Weise den Staubkörperchen den Durchgang verstatten, da man dieselben, wie die bekannten Erfahrungen an der menschlichen und thierischen Lunge, die vielen Experimente über Staubinhalation und namentlich die so constanten Resultate der zahlreichen Versuche von Arnold darthun, einige Zeit nach der Inhalation im umgebenden Bindegewebe thatsächlich vorfindet.

In dieser Hinsicht sind nun vor allem die Lymphwege der Lunge in's Auge zu fassen. Von Wywodzoff und Klein ist zuerst die Existenz eines Systems von feinsten Lymphkanälchen mit lacunären Erweiterungen, aber ohne selbständige Wandungen, in der Alveolarwand beschrieben worden. Bestätigt wurden diese anatomischen Befunde durch Versuche mit Infusion gelöster und körniger Farbstoffe in den Bronchialbaum, wie solche zuerst von Sikorsky ausgeführt wurden. Derselbe fand, dass sich bei der Infusion gelösten Carmin's in den Lungenalveolenwänden ein Netz füllt, welches aus sich durchkreuzenden Kanälchen und Knoten-

räumen besteht. Die letzteren haben eine dreieckige, rhombische oder sternartige Form und stehen mittels feiner Kanälchen mit dem Lumen der Lungenalveolen in Verbindung. Die Knotenräume liegen immer in den Inseln zwischen den Schlingen der Blutcapillaren; die verbindenden Kanälchen gehen bald über, bald unter den Blutgefässen weg. Zu ganz ähnlichen Resultaten gelangten Wittich und Küttner bei der Infusion von indigoschwefelsaurem Natron, und analoge Verhältnisse fand Schestopal an Froschlungen bei Infusion des gleichen Farbstoffs.

Die Versuche ferner mit Eingiessung in Flüssigkeiten suspendirter Farbstoffe von Slavjansky, Ruppert, Buhl und Schweninger und von Schottelius haben zwar ein Eindringen der Farbstoffe in das Lungengewebe erwiesen, ohne jedoch über die Wege des Transportes neue Aufschlüsse zu bringen. Ebensowenig wurde der letzteren Frage näher getreten durch die Verstäubungsversuche mit Russ und Zinnober, dann von Holzkohle, Steinkohle und Kiesel, wie sie von Rosenthal, Levin, Villaret, Crocq und Ins vorgenommen wurden, während allerdings auch hier das Durchtreten des Staubes durch die Alveolenwand in die benachbarten Saft- und Lymphbahnen nachgewiesen wurde.

Einen weiteren wesentlichen Fortschritt brachten dagegen die Untersuchungen von Arnold. Zwar sind die mit Ultramarin, Smirgel und Sandsteinstaub angestellten Experimente ebenfalls für diese Frage nicht verwerthbar; um so bemerkenswerther ist dagegen das Ergebnis der Russinhalationen und zwar namentlich bei längerer Dauer und intensiverer Verstäubung. Es fanden sich in solchen Fällen an den Alveolen Ablagerungen von Russkörnchen nicht nur auf und in den Epithelien, sondern auch zwischen denselben, ja einigemale konnten sogar, den sog. Kittleisten entsprechend, schwarze, netzförmige Zeichnungen nachgewiesen werden. Da nun zuweilen gleichzeitig eine vollständige Füllung der Saftbahnen der Alveolenwand vorhanden war, und da die Staubmassen der Saftbahnen mit den zwischen den Alveolarepithelien gelegenen unmittelbar zusammenzuhängen schienen, so ist es zum mindesten sehr wahrscheinlich, dass die inha-

lirten Staubkörper zwischen den Epithelien in das Saftkanalsystem der Alveolenwände übertreten. Um so weniger wird ein derartiger Modus des Uebertrittes Bedenken erregen können, als ja auch an anderen mit Epithel und Endothel ausgekleideten Häuten solche Einrichtungen und Beziehungen zum Saftkanalsystem nachgewiesen sind. Uebrigens bestätigen auch frühere Beobachtungen von Ruppert eine derartige Auffassung.

Man darf also annehmen, dass der Uebertritt der inhalirten Stäubchen zwischen den Alveolarepithelien in den dort gelegenen Intercellularräumen erfolgt, dass von da aus die Staubmassen innerhalb der Saftbahnen gegen die mit eigenen Wandungen versehenen Lymphgefässe vorrücken und in diese endlich eindringen. Bei diesem Transporte durch die Alveolarwand sind die meisten neueren Beobachter geneigt, den ausgewanderten weissen Blutkörperchen die Hauptrolle zuzuschreiben. Arnold erklärt es jedoch nach seinen Erfahrungen für zweifellos, dass auch ein Uebertritt freier, nicht an Zellen gebundener Staubmassen stattfinden könne, und hebt hervor, dass der Staub, namentlich bei Russinhalation, hauptsächlich in Form feiner, nicht an Zellen gebundener Körnchen innerhalb der Ausläufer und lacunären Erweiterungen der Saftbahnen angetroffen wird. Sehr bemerkenswerth ist ferner in gewissen Fällen die Beimengung von Blut zu dem in den Lymphgefässen enthaltenen Staube, weil dieselbe darthut, dass auch die rothen Blutkörperchen, ohne an Zellen gebunden zu sein, unter solchen Bedingungen von der Alveolenwand aus in die Lymphgefässe gelangen können. Nach Versuchen Nothnagel's vermag sich der Uebergang des Blutes in die Lymphgefässe sogar in sehr kurzer Zeit zu vollziehen.

Anderseits aber ist das Vorkommen von Staubzellen im Gewebe und in den Lymphgefässen auch nach den Untersuchungen Arnold's zweifellose Thatsache. Insoweit diese Staubzellen lymphoider Natur sind, ist ein actives Bewegen derselben selbstverständlich; aber auch epithelialen Abkömmlingen darf nach mehreren darüber vorhandenen Angaben Contractilität und damit active Bewegung zuerkannt werden. Jedenfalls aber ist schliesslich ein passives Bewegtwerden dieser Zellen sammt ihrer Ein-

schlüsse, ebenso wie die passive Bewegung der freien Staubtheilchen selbstverständlich und begreiflich, durch den Einfluss der Lymphbewegung und indirect der respiratorischen Bewegung des Thorax.

Aus den grösseren Lymphgefässen gelangt der inhalirte Staub in die Bronchialdrüsen. Zur Zurücklegung dieses Weges bedarf es nur einer verhältnismässig kurzen Zeit. Knauff konnte bei seinen Inhalationsversuchen bereits nach drei Tagen den Russ in den Bronchialdrüsen nachweisen. Ins, der diesen Gegenstand besonders bei seinen Versuchen berücksichtigte, und der einen ausschliesslichen Transport durch Vermittelung der Staubzellen annimmt, hat schon nach sechs, reichlicher nach zwölf Stunden Staub in den Drüsen beobachtet, allerdings nach Einblasung in die eröffnete Trachea. Den eingeblasenen Zinnober fand derselbe zuerst in der Rindenschicht vor, während die Mark. substanz frei war; nach drei Tagen traf er den Zinnober in den Follicularsträngen. Hieraus zieht Ins den Schluss, dass die inhalirten Substanzen mit grosser Regelmässigkeit und sehr schnell in den Bronchialdrüsen auftreten und zwar überall an Zellen gebunden. Beim Hunde fand derselbe Beobachter nach 39 Stunden Zinnoberkörnchen in gleichmässiger Verbreitung in den Rindenfollikeln. Ruppert beobachtete schon nach zwei bis drei Stunden Staub in den Bronchialdrüsen, und zwar hat derselbe, im Gegensatze zu Ins, unmittelbar nach der Inhalation auch freien, nicht an Zellen gebundenen Staub wahrgenommen. Schottelius fand bei seinen Versuchen im wesentlichen die Angaben von Ins bestätigt.

Genaue Anhaltspunkte über die kürzeste Zeit, innerhalb deren der inhalirte Staub nach den Bronchialdrüsen gelangen kann, verdanken wir aber den Untersuchungen von Arnold. Schon nach drei Stunden kann nach diesem Autor der Staub bei Ultramarininhalation in den an der Aussenseite der Follikel gelegenen Lymphräumen nachgewiesen werden. Dieses Resultat ist um so bemerkenswerther, als es bei nicht tracheotomirten Thieren gewonnen wurde. Drei Stunden ist somit die kürzeste beobachtete Frist. Selbstverständlich kann aber damit nicht

gesagt sein, dass die Staubmassen nicht schon nach sehr viel kürzerer Zeit in den Bronchialdrüsen angelangt sein können; ja, Arnold ist der Ueberzeugung, dass dies der Fall ist, und erblickt in dieser Thatsache der raschen Beförderung eine weitere Schwierigkeit für die Anschauung, dass aller Staub nur vermittelst der Zellen dahin befördert werden soll. Aber den Beweis dafür zu liefern, dass der Staub in noch kürzerer Zeit diesen Weg zurücklegen könne, sei deshalb an nicht tracheotomirten Thieren sehr schwierig, weil auch bei sehr dichter Staubatmosphäre ein grosser Theil des Staubes auf seinem Wege zurückgehalten werde.

Somit geht aus allen bisherigen Untersuchungen zweifellos hervor, dass inhalirte Staubtheilchen regelmässig in die Bronchialdrüsen gelangen, und dass dieser Uebergang ein sehr rascher ist, der, wenigstens für einen Theil des Staubes schon nach wenig Stunden vollendet sein kann. Soweit stimmen alle Autoren überein, und auch Flügge muss diese Thatsachen zugeben. Nicht so völlig klar liegen die Verhältnisse bezüglich des weiteren Schicksals der in den Bronchialdrüsen abgelagerten Staubtheilchen. Von Arnold konnte ein Uebergang des Staubes in die Vasa efferentia oder eine Umgehung der Drüsen auf collateralen Bahnen nicht beobachtet werden. Jedenfalls ist es nach ihm sicher, dass ein grosser Theil des Staubes in den Lymphdrüsen aufgehalten wird, wenn auch vielleicht Bruchtheile davon in die Vasa efferentia hineingelangen mögen.

Nun liegen allerdings Beobachtungen vor, welche zu Gunsten eines, wenigstens theilweisen Ueberganges inhalirter Staubtheilchen in's Blut gedeutet werden können. Von Rosenthal, Schottelius und Rindfleisch sind derartige Angaben über das Vorkommen inhalirter Staubtheilchen in inneren Organen und im Blute gemacht worden, und auch Slavjansky hat bei seinen Versuchen zinnoberhaltige Zellen im Blute beobachtet, von denen er glaubt, dass sie auf dem Wege durch die Lymphdrüsen dahin gelangt seien.

Besonders aber könnte man die merkwürdige Erscheinung der Anthrakose der Leber, der Milz, des Knochenmarks, sowie der portalen und retrogastrischen Lymphdrüsen des Menschen

als Beweis dafür anführen, dass eine Möglichkeit des Uebertritts inhalirter Kohletheilchen in's Blut und durch dieses in die inneren Organe gegeben sein müsse. Ein derartiger Fall ist zuerst von Soyka mitgetheilt worden, dem mehrere analoge von Arnold folgten. Ueber den Befund bei denselben äussert sich letzterer bei Gelegenheit der Besprechung lymphatischer Knötchen in der Leber folgendermaassen: »Die interessanteste Erscheinung ist der Gehalt dieser Zellen an schwarzem Pigment, das in Anbetracht seiner Eigenschaft nicht nur, sondern auch der Art seiner Verbreitung im Körper nach als anthrakotisches aufgefasst werden muss. Es handelt sich in diesen Fällen um hochgradige, schwarze Pigmentirung der Lungen, Bronchialdrüsen, mesenterialen Drüsen und der Milz, ja in einem Falle war das Pigment in grösserer Menge auch im Knochenmark abgelagert.« In neuerer Zeit hat dann Weigert darauf hingewiesen, dass die Anthrakose der Leber, Milz, portalen und mesenterialen Lymphdrüsen häufiger sei, als man gewöhnlich annehme, Mittheilungen, die von Roth bestätigt wurden.

So sehr indess diese Erfahrungen eine Möglichkeit des Uebertritts inhalirter Staubtheilchen in's Blut und in innere Organe zu beweisen scheinen, so muss doch Vorsicht geboten sein Angesichts des völlig widersprechenden negativen Befundes bei den entsprechenden Thierversuchen. Niemals konnte Arnold bei Thieren, welche lange Zeit einer sehr intensiven Staubinhalation ausgesetzt waren, im Blute Beimengungen von Farbstoffpartikelchen entdecken, welche ihrer Anordnung nach zu der Annahme berechtigten, dass unter solchen Verhältnissen ein regelmässiger Uebertritt in das Blut an irgend einer Stelle erfolge. Nun könnte man allerdings einwenden, die in's Blut gelangten Farbstoffmassen hätten zur Zeit der Untersuchung bereits auf irgend einem Wege die Blutbahn wieder verlassen, seien in innere Organe übergewandert. Allein auch diese Annahme ist durch die mühevollen Untersuchungen Arnold's berücksichtigt und widerlegt worden: In keinem Falle und in keinem der in Betracht kommenden Organe (Leber, Milz, Nieren und Knochenmark), auch nicht nach jahrelanger, sehr intensiver Inhalation von Staub,

fand sich dieser in einer Anordnung, wie sie die von der Blutbahn aus übergetretenen Farbstoffpartikelchen bei den Thieren und die Staubpartikelchen beim Menschen darzubieten pflegen.

Somit wird man, in Uebereinstimmung mit den Resultaten und Ueberzeugungen früherer Autoren zugeben müssen, dass bei den, der Inhalation von Staub ausgesetzten Versuchsthieren die Lymphdrüsen, speciell die Bronchialdrüsen ein völlig dichtes Filter darstellen, welches im Stande ist, die eingedrungenen Staubtheilchen vollständig zurückzuhalten. Ebenso ergibt sich hieraus, dass auch für den Menschen mit einer an Gewissheit grenzenden Wahrscheinlichkeit das Vorkommen einer ausgiebigeren Verschleppung des inhalirten, in Lungen und Bronchialdrüsen eingedrungenen Staubes nach anderen Organen auf präformirten Bahnen ausgeschlossen werden muss.

Der diametrale Gegensatz, in dem diese experimentellen Schlussfolgerungen mit den erwähnten Erfahrungen bei menschlicher Anthrakose stehen, lässt sich wohl nur erklären durch die Annahme abnormaler Verhältnisse und Processe in den letzteren Fällen, ein Gedanke, den zuerst Weigert aussprach, indem er auf die Möglichkeit des Uebertrittes von Pigment in's Blut von Bronchialdrüsen aus, welche mit Gefässen in abnormale Communication getreten sind, aufmerksam machte. Weigert und Roth haben Fälle von Perforation solcher Drüsen in die Venae cavae und Vena azygos, Arteria pulmonalis u. s. w. beschrieben, in denen es zu einer Staubablagerung in der Leber, Milz, portalen und retrogastrischen Lymphdrüsen gekommen war, und auch Arnold betrachtet es nach seinen Erfahrungen als zweifellos, dass durch solche abnorme Beziehungen der anthrakotischen Lymphdrüsen zu den Lumina grösserer Gefässe eine Staubverschleppung nach anderen Organen ermöglicht wird. Somit kann weiter wohl keine Rede davon sein, dass die menschliche Anthrakose als ein Gegenbeweis gegen die vollständige Filtrationsfähigkeit der Bronchialdrüsen gegenüber eingeathmeten Staubtheilchen betrachtet werden dürfe.

Die Filtrationsfähigkeit der Lymphdrüsen gegenüber von leblosen Staubpartikelchen existirt somit und kann nicht geleugnet

werden. Diese Thatsache darf nun aber durchaus nicht zu einem Analogieschluss auf belebte Stäubchen, auf Infectionserreger verwerthet werden, wie dies von Flügge geschehen ist[1]). Flügge meint, weil Russ, Ultramarin, Smirgel u. s. w. bei der Inhalation nicht in's Blut und in die verschiedenen Organe des Körpers gelangen, sondern höchstens in die nächstliegenden Bronchialdrüsen, wo sie zurückgehalten werden, so müsse das Gleiche auch bei den Infectionserregern der Fall sein. Allein dieser Schluss ist offenbar unzulässig.

Allerdings sind unbelebte Stäubchen und Bacterien hinsichtlich der Inhalation und der Mittel und Wege des Transportes durch die Lungenoberfläche in Vergleich zu setzen. Eine Bacterienzelle, als rein mechanisches Object betrachtet, muss Zug- und Druckkräften, Flüssigkeitsströmungen u. s. w. ebenso Folge leisten, wie irgend ein organisches oder unorganisches Stäubchen. Auch für den Transport durch Zellen gelten die nämlichen Verhältnisse. Eher müssten Bacterien — wenn überhaupt ein Unterschied vorhanden ist — leichter zu transportiren sein, da dieselben durch geringeres specifisches Gewicht gegenüber den meisten Stäubchen einen Vortheil voraus haben. Wir dürfen also annehmen, dass eine geringere Transportfähigkeit der Bacterien, gerade auch bei der Inhalation, nicht existirt.

Allein hieraus folgt nicht, dass die Bacterien nicht unter Umständen mehr leisten können, als leblose Stäubchen, auch hinsichtlich Transportfähigkeit und Verbreitung im Organismus. Die Verschleppbarkeit von Kohlensplittern, Zinnoberkörnchen u. s. w. stellt meines Erachtens nur das Minimum dar, was wir den Bacterien jedenfalls zugestehen müssen. Ob dieselben darüber nicht hinausgehen hönnen, das ist eine andere Frage.

Gerade bei den Lymphdrüsen lehrt nun die klinische Erfahrung von jeher, dass die Infectionserreger daselbst nicht Halt machen, nicht endgültig filtrirt und zurückgehalten werden. Bei septischer, syphilitischer, tuberculöser Infection wissen wir, dass die Ablagerung des Infectionserregers in den nächstgelegenen

---

1) a. a. O.

Lymphdrüsen in der Regel nur eine zeitweilige Sistirung der Gesammtinfection des Körpers, keine endgültige Beseitigung der Gefahr bedeutet. Und das Gleiche lehrt die tägliche Erfahrung beim Thierexperiment, wo die tuberculöse, die rotzige Infection zwar auf dem Lymphwege den nächsten Drüsen zustrebt, dort aber nicht Halt macht, sondern in Bälde darüber hinaus und gegen die inneren Organe voranschreitet.

Ein wichtiger Factor darf eben nicht ausser Acht gelassen werden, und das ist die Vermehrungsfähigkeit der in die Lymphdrüsen eingewanderten pathogenen Bacterien und die krankmachende Wirksamkeit derselben. Hierdurch können die sonst sufficienten Filter ihre Zuverlässigkeit verlieren, während allerdings nicht-pathogene Bacterien, die sich nicht vermehren und nicht krankmachend wirken, meines Erachtens ganz wohl wie leblose Stäubchen in den Drüsen zurückgehalten und mit der Zeit dann vernichtet werden können. Auf letztere Art möchte ich mir den Hergang vorstellen bei der Inhalation jener nicht-pathogenen, in der gewöhnlichen Athemluft vorkommenden Bacterien, die ebensogut wie Kohlenstäubchen in die Alveolen, die Lymphgefässe der Lunge verschleppt werden müssen, ohne dass wir im Stande sind, irgend etwas von ihnen im Blute oder in inneren Organen nachzuweisen.

Auf diese Weise behielten also die Lymphdrüsen, speciell die Bronchialdrüsen, den gewöhnlichen, saprophytischen Bacterien, ebenso wie den leblosen Stäubchen gegenüber, ihre so wichtige, prophylaktische, reinigende Bedeutung[1]). Aber für pathogene Bacterien liegen die Verhältnisse durchaus anders, und es ist von vorneherein ganz unwahrscheinlich, dass virulente Milzbrandsporen oder -Bacillen, infectiöse Hühnercholerabacterien, die beispielsweise in die Bronchialdrüsen eines Kaninchens gelangt

1) Die Erkenntnis dieser Bedeutung ist von hohem Interesse, da sie uns indirect auch einen Wink gibt über die mögliche phylogenetische Ursache der Entwickelung der Lymphdrüsen, die vielleicht in der häufig wiederholten Reizwirkung, in die Lymphbahn verschleppter Staubtheilchen und Bacterien an gewissen prädisponirten Stellen derselben und in der dadurch hervorgerufenen Reaction zu erblicken ist.

sind, daselbst unschädlich zurückgehalten und mit der Zeit vernichtet werden sollten. Eine solche curative Thätigkeit der Lymphdrüsen ist bis jetzt nicht erwiesen.

Uebrigens existirt noch eine zweite, bisher nicht berührte Möglichkeit für das Eindringen inhalirter Infectionserreger in's Blut, und das ist der directe Uebergang von den Alveolen oder von den Lymphbahnen der Lunge aus in angrenzende Blutcapillaren. Da hierüber keine Vorarbeiten vorliegen, wird es gerathen sein, diese Frage erst später, auf Grund von Versuchsresultaten in näheren Betracht zu ziehen.

Jedenfalls darf zum Schlusse dieses Abschnittes constatirt werden, dass die bisher erforschten, grösstentheils genau erkannten Verhältnisse bei der Inhalation staubförmiger Körperchen keinen anderen Schluss erlauben, als dass auch bei der Inhalation staubförmig suspendirter Infectionserreger ein Durchtreten durch die intacte Oberfläche des Respirationsorganes als nothwendig angenommen werden muss. Ein weiteres Eindringen von da in die Blutbahn kann als sehr wahrscheinlich bezeichnet werden.

b) Bisherige Versuche über den Durchtritt von Bacterien durch die intacte Lunge.

Da von den Versuchen mit Tuberkelbacillen aus oben erwähnten Gründen abgesehen werden muss, so bleiben hier nur meine eigenen, zuerst im Jahre 1880 publicirten Versuche zu erwähnen[1]), ferner solche von Wyssokowitsch, die unter Flügge's Leitung angestellt wurden, über welche jedoch nur eine summarische Angabe der Resultate vorliegt[2]), endlich die Versuche von Muskatblüth, der unter Emmerich's Leitung arbeitete[3]).

Meine Versuche, die mit Milzbrandsporen bei weissen Mäusen ausgeführt worden sind, hatten ein entschiedenes positives Resultat.

1) Untersuchungen über niedere Pilze. Aus dem pflanzenphysiologischen Institut zu München. R. Oldenbourg 1882 S. 178.

2) Flügge, »Mikroorganismen« S. 606.

3) Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde Bd. I Nr. 11 S. 321.

Dieselben waren in der Weise angestellt, dass die Milzbrandsporen an gut stäubende Pulversorten (Holzkohle, Talkpulver) angetrocknet und dann in einem abgeschlossenen Raume, in dem sich die Versuchsthiere befanden, zerstäubt wurden. Das Resultat war ein sehr überraschendes und sehr präcises, da die Thierchen in der weit überwiegenden Mehrzahl innerhalb weniger Tage infolge der Inhalation an Milzbrand verendeten.

Nun war allerdings zunächst der Einwand gerechtfertigt, dass es sich hier nicht um Milzbrandinfection durch die Lungen, sondern auf anderem Wege handeln könnte. Denkbar wäre noch eine Infection durch kleine Verletzungen der Oberhaut oder durch die zugänglichen Schleimhäute, oder endlich eine Infection vom Darmkanale aus durch verschluckten Sporenstaub. Gegen diese Möglichkeiten schützte ich mich durch zwei Arten von Controlversuchen. Einmal wurden Versuche angestellt mit gröberen, schlecht stäubenden, aber ebenso infectiösen Pulversorten. Die Thierchen wurden mit solchem Staube vollständig eingepudert, so dass die Gelegenheit zur Aufnahme von Milzbrandsporen durch die Oberhaut oder die Schleimhäute die nämliche war; auch verschluckt konnten Antheile dieses Staubes werden, und doch kam es bei keinem dieser Thierchen zur Infection. Des weiteren aber wurden zur völligen Sicherstellung genügend grosse Mengen des infectiösen Staubes an eine Anzahl von Mäusen direct verfüttert, ebenfalls mit negativem Erfolg. Allerdings fand ich damals, im Gegensatze zu R. Koch, der Milzbrandstäbchen und -Sporen ohne Erfolg an Mäuse verfüttert hatte, dass eine Infection dieser Thierchen vom Verdauungskanal aus durch Sporen (nicht durch Stäbchen) überhaupt möglich sei. Allein nur enorm grosse Quantitäten bei mehrtägiger Fütterung zeigten sich hierzu genügend. Mittlere und kleinere Mengen, wie sie bei den Inhalationsversuchen auch im ungünstigsten Falle nur verschluckt sein konnten, zeigten sich stets völlig erfolglos. Die Milzbrandinfection bei den Inhalationsversuchen konnte daher nicht vom Verdauungskanale erfolgt sein.

Um dies ganz sicher zu erweisen, machte ich noch folgenden Versuch. Von einer bestimmten Menge präparirten Sporenstaubes

wurde der vierte Theil zur Einathmung bei 10 weissen Mäusen verwendet; dieselben erlagen sämmtlich an Milzbrand, obwohl doch höchstens der tausendste Theil der wirksamen Sporen in die Verdauungswege gelangt sein konnte. Die übrigen drei Viertel des Pulvers wurden an weitere 10 Mäuse der gleichen Zucht auf einmal verfüttert. Diese relativ grosse Sporenmenge befand sich somit gleichzeitig im Verdauungskanal der Thierchen. Trotzdem bleiben die letzteren sämmtlich munter und am Leben. »Damit«, so schloss ich, »ist entschieden, dass die Lungen ganz ausserordentlich viel leichter den Uebertritt der Pilze in's Blut ermöglichten als der Darm. Denn von den zerstäubten Sporen konnte wohl nicht mehr als der millionste Theil in die Alveolen gelangt sein. Die dreimillionenfache Menge hatte aber vom Darme aus noch keine Wirkung.«

Aus der Schnelligkeit, mit der die tödliche Infection eintrat (24—36 Stunden), hatte ich ferner noch geschlossen, dass die Milzbrandsporen auf ihrem Wege in's Blut keine Lymphdrüsen zu passiren hätten, sondern dass ein directer Uebertritt in's Blut stattfinden müsse.

Diese Versuche, denen man nur vorwerfen kann, dass sie an einer einzigen Thierspecies angestellt und nicht besonders zahlreich sind, wurden trotz ihrer wichtigen Ergebnisse von keiner Seite wiederholt. Höchstens könnte man die bereits erwähnten Versuche von Wyssokowitsch als eine Art von Wiederholung betrachten, insoferne hier ebenfalls, bei einem Theil der Versuche, mit getrockneten, in Staubform aufgewirbelten Culturen experimentirt wurde. Ob dabei Milzbrandsporen verwendet wurden, ist leider nicht ersichtlich. Wir kennen nämlich über diese Versuche nur dasjenige, was Flügge a. a. O. über dieselben mittheilt. Die dort in Aussicht gestellte ausführliche Publication ist bis jetzt nicht erfolgt.

Aus diesen Versuchen soll nun nach Flügge »mit aller Bestimmtheit hervorgehen, dass weder Lungen- noch Darmoberfläche irgendwelchen Bacterien den Uebergang in's Blut gestatten.« Selbstverständlich lässt sich der Grund für diese irrthümlichen Ergebnisse erst nachweisen, wenn die Versuche von

Wyssokowitsch einmal vorliegen. Aus den Angaben Flügge's scheint indess hervorzugehen, dass hauptsächlich mit Typhusbacillen und mit Staphylococcus experimentirt wurde, und hierin dürfte dann allerdings ein genügender Grund für die Erfolglosigkeit der Versuche gegeben sein. Da weder Typhusbacillen noch Staphylococcen, wenn sie in kleiner Menge und ohne mitwirkende Zersetzungsstoffe in den Thierkörper eindringen, zu einer Vermehrung daselbst befähigt sind, so schwindet jede Aussicht auf einen Nachweis der wenigen bei der Inhalation in den Körper etwa eingedrungenen Bacterien[1]). Die Versuche von Wyssokowitsch sind deshalb ohne jede Beweiskraft.

Zu erwähnen sind schliesslich die Versuche von Muskatblüth, die im bacteriologischen Laboratorium des hygienischen Instituts München angestellt wurden. Dieselben sind nicht mit Inhalation, sondern mit Einspritzungen in die Trachea angestellt, in der Absicht, der Frage der Passirbarkeit der Lunge für pathogene Bacterien auf dem Wege mikroskopischer Untersuchung näher zu treten. Dabei wurde in zweifacher Weise vorgegangen. Einmal wurden kleine Mengen (0,2—0,3 ccm) stark Milzbrandbacillen-haltiger Flüssigkeit den Thieren durch Einstich in die Trachea injicirt. Da hier die Gefahr localer Wundinfection unvermeidlich war, beschränkte sich der Experimentator darauf, die so behandelten Thiere nach einem gewissen Zeitraum, ca. 16 Stunden, zu tödten, bevor noch die locale Infection der Wunde störend eingreifen konnte. Es wurde dann mikroskopisch nach dem Schicksal der injicirten Milzbrandbacillen geforscht, und diese zunächst in reichlichen Mengen in der Alveolarwandung gefunden, aber nicht freiliegend, sondern in Zellen eingeschlossen, die Verfasser für die bekannten Staubzellen, Abkömmlinge des Alveolarepithels erklärt. Diese Staubzellen sind vollgepfropft mit Milzbrandbacillen, ja sie enthalten nicht selten auch vielfach gewundene Fäden. Ein zweiter Fundort der Milzbrandbacillen aber zeigte

1) Der bezügliche Nachweis ergibt sich für die Typhusbacillen aus den Arbeiten von Beumer und Peiper und Sirotinin, für den Staphylococcus pyog. aureus namentlich aus der interessanten Arbeit von P. Grawitz und W. de Bary »über die Ursachen der subcutanen Entzündung und Eiterung.«

sich in den Bronchialdrüsen, von denen gar nicht selten jeder Schnitt eine unzählbare Menge von Milzbrandstäbchen aufwies, und zwar fast ausschliesslich in den Lymphbahnen dieser Organe, während die Blutgefässe nur wenige enthielten. Endlich konnte durch Untersuchung von Stückchen aus Milz und Leber des nämlichen, nach 17 Stunden getödteten Thieres, mittels des Plattenculturverfahrens das Vorhandensein der Milzbrandbacterien in diesen Organen bereits constatirt werden.

Ein zweiter Modus bei den Versuchen von Muskatblüth bestand darin, dass den Kaninchen zuerst die Tracheotomie gemacht, und die Tracheotomiewunde unter Belassung der Trachealcannüle zur vollständigen Ausheilung und Vernarbung gebracht wurde, bevor dann die Injection von Milzbrandbacillenflüssigkeit in die Lungen erfolgte. Auf diese Weise war die Möglichkeit einer Infection der Trachealwunde mit Sicherheit vermieden. Der Tod erfolgte in diesen Fällen nach 40—48 Stunden, und es ergab nun die mikroskopische Untersuchung gerade den entgegengesetzten Befund von den vorhergehenden Versuchen. In den Lungen fanden sich jetzt fast alle Milzbrandstäbchen in den Blutbahnen; ebenso sind in den Bronchialdrüsen fast alle Bacterien aus den Lymphbahnen verschwunden, während sich alle Blutgefässe mit zahlreichen Stäbchen gefüllt finden.

Diese lehrreichen Versuche bestätigen also, dass die Lungenoberfläche für Infectionserreger in der That passirbar ist, und beweisen, dass der Weg des Durchtritts der nämliche ist, wie er für unbelebte Staubpartikelchen durch die im vorigen Abschnitt referirten Arbeiten nachgewiesen wurde, nämlich die Saftkanälchen, die Lymphbahnen der Lunge und schliesslich die Bronchialdrüsen. Die letzteren aber haben sich bei den Versuchen von Muskatblüth nicht als sichere Filter für Milzbrandbacillen erwiesen. Vielmehr erfolgte ein rasches Weiterwandern der Infectionserreger von da in die Blutbahn. Ob die letztere nicht auch auf anderen Wegen etwa erreicht wurde, muss dahingestellt bleiben.

Diese Versuche ergänzen und bestätigen somit die von mir mit der Inhalation von Milzbrandsporen früher erlangten Resultate; sie beweisen das nämliche, obwohl die Versuchsanordnung

eine von der meinigen verschiedenartige war. Die bedeutend grössere Menge von Milzbrandbacillen, welche bei directer Injection in die Trachea gleichzeitig auf die Lungenoberfläche gebracht wird, bringt es mit sich, dass der Process des Durchtretens ausserordentlich viel leichter und vollständiger mikroskopisch verfolgt werden kann. Dagegen bietet wieder die Methode der freiwilligen Einathmung, wobei viel geringere Bacterien- resp. Sporenmengen in die Lungen eingeführt werden, den Vortheil, dass — wenn trotzdem Infection erfolgt — dadurch ein viel höherer Grad von Passirbarkeit der Lungenoberfläche documentirt ist. Und namentlich entspricht letzteres Verfahren nicht den natürlichen Verhältnissen, bei denen ja Flüssigkeiten mit Keimen selten, wohl aber Bacterienstäubchen in die Lungen gelangen können.

Auch die Passirbarkeit der ersten Respirationswege wird schliesslich durch positive Inhalationsresultate erwiesen, so dass auch hierin ein Vorzug der von mir gewählten Versuchsanordnung zu erblicken ist, die eben in jeder Hinsicht den natürlichen Bedingungen möglichst entspricht.

II. Versuche über Inhalation trocken zerstäubter Milzbrandsporen.

Von

Hans Buchner in München, und **Friedrich Merkel** in Nürnberg.

Diese neueren Versuche über Inhalation trockener Milzbrandsporen sollen hauptsächlich der Aufgabe gewidmet sein, direct zu erweisen, dass die Lunge die Infectionspforte darstellt. Bei den früheren, im vorigen Abschnitt referirten Versuchen des Einen von uns war dieser Beweis indirect, per exclusionem, geführt worden, d. h. es war nur bewiesen, dass die Infection auf keinem anderen Wege erfolgt sein könne; folglich musste dieselbe auf dem Lungenwege zu Stande gekommen sein.

Die Methode der jetzigen Versuche war wesentlich diejenige jener früheren Versuche. Die Milzbrandsporen wurden an sterile, gut stäubende Pulversorten angetrocknet, die als Träger beim

Verstäuben dienten. Zunächst wurde Holzkohlenpulver verwendet, welches den Vortheil bietet, dass die schwarzen Partikelchen in der Lunge mikroskopisch leicht nachgewiesen und erkannt werden können. Da aber der Verdacht bestehen möchte, dass Holzkohlensplitter durch etwaige scharfe Spitzen und Kanten Verletzungen in der Alveolarwand verursachen und dadurch abnormale Communicationen schaffen könnten, so wurde bei einem zweiten Theil der Versuche ein anderes, aus absolut kugeligen Elementen bestehendes Pulver als Träger der Milzbrandsporen gewählt. Als solches dienten die Sporen des Riesenpulverschwammes (Lycoperdon giganteum), welche wir der Güte des Herrn Dr. Dingler verdankten. Die Resultate beider Versuchsreihen waren, wie im vorhinein bemerkt sei, vollständig die gleichen.

a) Herstellung des trockenen Sporenstaubes.

Das zweckmässigste Verfahren ist folgendes. Schief erstarrte alkalische Fleischwasseragar wird mit reiner Milzsubstanz eines an Milzbrand verendeten Thieres bestrichen und bei 37° C. cultivirt. Nach 2 Tagen erhält man fast völlig reine Sporen, nur wenig Milzbrandfäden und Stäbchen. Die sehr günstige Wirkung peptonfreier Agar für die Sporenbildung, im Gegensatze zu peptonhaltiger, beruht auf der, von dem Einen von uns schon früher aufgefundenen und mitgetheilten Thatsache, dass Milzbrandbacillen um so rascher und vollständiger zur Sporenbildung gelangen, je schneller, unter sonst günstigen Wachsthumsbedingungen (Wärme und Sauerstoff) das Ernährungsmaterial aufgebraucht wird.

Die Sporencultur wird abgestreift, in möglichst wenig sterilem Wasser vertheilt, und diese Aufschwemmung zu einer entsprechenden Quantität sterilen Holzkohlenpulvers zugesetzt. Es ist gut, die Kohle vorher schwach mit Weingeist zu befeuchten, weil sonst nur schwer eine Benetzung mit Wasser erfolgt. Sofort nach vollzogenem Zusatz der Flüssigkeit geschieht dann das Wiedertrocknen der Kohle. Am besten setzt man den dickwandigen Kolben, welcher die Kohle enthält, in ein Wasserbad von 40° C. und leitet einen starken, continuirlichen Luftstrom (doppelt durchbohrter Gummipfropf) durch denselben. In wenig Stunden kann

die Trocknung vollendet sein, und es bedarf nur noch einer mechanischen Zertheilung der durch die vorhergehende Benetzung verklebten Kohlentheilchen. Diese erreicht man, da der infectiöse Staub nunmehr mit grosser Vorsicht gehandhabt werden muss, am besten dadurch, dass von vorneherein in den zur Aufnahme der Kohle bestimmten Kolben einige sterilisirte Marmorkugeln (1,5 cm Durchmesser) hineingegeben werden. Bei Bewegungen des Gefässes rollen diese hin und her, wodurch die verklebten Kohlentheilchen rasch zertheilt werden.

Der so bereitete Kohlen-Sporenstaub muss, wenn die Einathmungsversuche gelingen sollen, folgenden Bedingungen entsprechen:

Erstens muss derselbe vollkommen trocken sein; es ist nöthig, den Staub stets über Chlorcalcium aufzubewahren, da er aus der Luft Feuchtigkeit anzieht und dann weniger stäubungsfähig wird.

Zweitens muss der Staub sehr infectiös, d. h. reich sein an virulenten Milzbrandsporen. Es ist nöthig, sich hiervon jedesmal durch Gelatineplattenculturen zu überzeugen, welche mit sehr geringen Mengen des Staubes hergestellt werden. Man zählt die Anzahl der in der Gelatine eingebetteten Kohlensplitter und anderseits die Zahl der entwickelten Milzbrandcolonien. Allerdings kann man nur die grösseren Kohlensplitter zählen, da die feineren bis zur Unmessbarkeit herabgehen. Das Verhältnis war bei den von uns verwendeten Staubsorten meist etwa 1 : 1000, d. h. auf 1000 Kohlensplitter traf 1 Milzbrandspore. Beim Lycoperdonstaube dagegen, der zu den späteren Versuchen verwendet wurde, zeigte diejenige Sorte, mit der wir die meisten Inhalationen ausführten, 1 Milzbrandspore auf 140 Lycoperdonsporen.

Drittens muss endlich festgestellt werden, ob die Milzbrandsporen des betreffenden Staubes thatsächlich virulent sind, was durch erfolgreiche subcutane Verimpfung einer sehr kleinen Staubmenge auf Thiere bewiesen wird.

Wenn alle diese Bedingungen stricte erfüllt sind, gelingen die Versuche mit Sicherheit. Sehr leicht wäre es dagegen, negative Resultate zu erhalten, wenn man einen unvollkommen getrockneten

oder nicht hinreichend infectiösen Staub anwenden wollte. Derlei Versuchen könnte daher keine Beweiskraft zuerkannt werden.

b) Inhalationsapparate.

Es wurden zweierlei Apparate verwendet, der eine zu 3,3 l Inhalt für Mäuse (je 5 Stück), der andere zu 13,6 l für Meerschweinchen (je 2 Stück) [1]. Der letztere Apparat ist hier abgebildet, um die Beschreibung zu erleichtern.

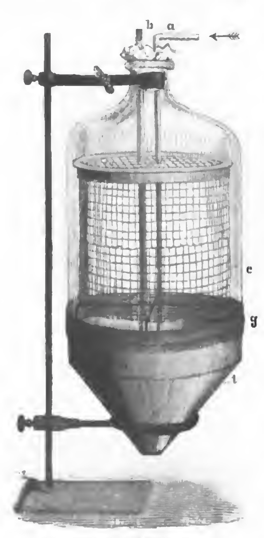


Fig. 1.

Den Boden des, im übrigen gläsernen, Apparates bildet ein Trichter *t* aus Weissblech, auf dessen tiefstem Punkte, nach völligem Abschluss durch ein ringförmiges Kautschukband bei *g*, der Sporenstaub vermittelst der senkrechten, bis auf den Boden reichenden Glasröhre *b* deponirt wird. Die Thiere befinden sich in einem Drahtkäfig bei *c*. Die Lufteinblasung erfolgt durch ein gewöhnliches Handgebläse (Gummiballon) möglichst ausgiebig bei *a*. Diese Luft wird durch ein zweites senkrechtes Glasrohr ebenfalls auf den tiefsten Punkt des Apparates geleitet und muss daher den dort deponirten Staub aufwirbeln und im Apparat vertheilen. Der Austritt der Luft erfolgt oben durch einen filtrirenden Wattepfropf, welcher den Zwischenraum zwischen dem gläsernen Hals des Apparates und den beiden durchtretenden Glasröhren vollständig ausfüllt.

1) In dem Versuch Nr. 11 kam ein noch grösserer Apparat von ca. 50 l Inhalt zur Anwendung.

Da der aufgwirbelte Staub grosse Neigung zeigt, sich überall im Innern des Apparates abzulagern, wodurch derselbe weiterer Verwerthung entzogen wird, so ist es nöthig, durch häufiges Anklopfen und abwechselndes seitliches Neigen des Apparates während des Versuches für ein möglichstes Herabgleiten des Staubes auf den tiefsten Punkt immer wieder Sorge zu tragen. Trotzdem gelingt dies nur in sehr unvollkommenem Maasse, weshalb es sich empfiehlt, niemals die ganze, zur Verstäubung gelangende Staubmenge auf einmal zuzusetzen, sondern successive durch die Röhre *b* dieselbe in Abständen, bei momentaner Sistirung der Lufteinblasung einzuführen.

Die in diesen Apparaten verwendeten Staubmengen waren jedesmal sehr geringe. Es stellte sich bald heraus, dass grössere Staubmengen bei der Inhalation Fremdkörperpneumonien bedingten und die beabsichtigte Entwickelung der Milzbrandinfection geradezu verhinderten. Allzukleine Staubmengen können naturgemäss ebenfalls nicht zu dem gewünschten Ziele führen. Somit gibt es ein Optimum der anzuwendenden Staubmenge, das sich nach der Grösse des Apparates und ausserdem nach der Infectiosität des Staubes richtet.

Bei unseren Versuchen betrug bei dem kleinen, für Mäuse bestimmten Inhalationsapparate die verwendete Staubmenge für einen ganzen Inhalationsversuch höchstens 0,25 g, oftmals weniger. Im grösseren, für Meerschweinchen bestimmten Apparat wurde die doppelte Menge verstäubt. Die Zerstäubung und Einathmung und somit der ganze Versuch dauerte jedesmal nur 10—15 Minuten, und wurden die Thiere diesem Verfahren stets nur ein einzigesmal ausgesetzt.

Nach Beendigung der Versuche wurde noch einige Zeit zugewartet, bis die im Innern des Apparates etwa noch schwebenden Stäubchen sich abgelagert hatten. Dann wurde vorsichtig geöffnet, die Thiere wurden herausgenommen und für einige Zeit in's Freie gebracht, damit sie sich von den anhaftenden Stäubchen befreien konnten, die Theile des Apparates aber sofort in einer

Sublimatlösung von 1 pro mille untergetaucht, um alle anhaftenden Milzbrandsporen zu vernichten.

c) Versuche mit Inhalation von Kohlen-Sporenstaub und entsprechende Control-Fütterungsversuche.

Die Einathmungsversuche nach der hier angewendeten Methode, bei denen das ganze Thier im Staubraume verweilt, besitzen eine Beweiskraft bezüglich Lungeninfection zunächst nur dann, wenn durch entsprechende Control-Fütterungsversuche dargethan ist, dass die Infection nicht durch verschluckte Sporen auf dem Verdauungswege erfolgt sein kann. Die positiven Belege, welche das Eindringen der Infectionserreger durch die Athmungsorgane direct beweisen, werden erst in einem späteren Abschnitt beigebracht werden. Von vorneherein war es deshalb nothwendig, durch Controlfütterungsversuche, welche gleichzeitig mit den Inhalationsversuchen und mit dem nämlichen Sporenstaube, der zu den letzteren gedient hatte, ausgeführt wurden, den indirecten Beweis für die Thatsache der Lungeninfection zu führen.

Bei diesen Controlfütterungsversuchen wurde die nämliche Staubquantität, wie die bei dem entsprechenden Inhalationsversuch im Staubraume zur Aufwirbelung gelangte, an gleichviel Thiere der nämlichen Species und Zucht verfüttert. Die Verfütterung geschah durch Zumischung des Sporenstaubes zu einem aus Brod oder Rüben bereiteten Brei, den die Thiere mangels anderer Nahrung innerhalb 24 Stunden regelmässig vollkommen aufzehrten. Die Mäuse befanden sich zu diesem Zwecke in einem geräumigen leeren Glase, die Meerschweinchen in einer leeren sauberen Kiste, ohne alle Streu, um einer etwa unbemerkt bleibenden Verstreuung des vorgesetzten Futters vorzubeugen.

Die Chancen für eine eventuelle Darminfection waren bei diesem Verfahren, im Verhältnis zur Lungeninfection ausserordentlich günstige. Da von der verstäubten Sporenquantität höchstens der tausendste Theil eingeathmet werden kann, während die Control-Fütterungsthiere die ganze Sporenmenge verzehren müssen, so gelangt auf die Darmfläche der letzteren gewiss

tausendmal mehr wirksames Infectionsmaterial als auf die Lungenoberfläche der ersteren. Wenn daher die Fütterungsthiere trotzdem in ganz überwiegender Mehrzahl am Leben bleiben, während die Inhalationsthiere fast sämmtlich erliegen, dann kann die Infection der letzteren unmöglich von zufällig verschluckten Sporen abgeleitet werden. Es bleibt nur übrig, eine Infection von der Lunge aus anzunehmen.

1. Versuch.

19. Mai 1887. Inhalation. 2 weisse Mäuse athmen 15 Minuten im Staubraum. Nach 2 Tagen beide anscheinend ganz munter. Am 3. Tage morgens beide todt: Milzbrand.

2. Versuch.

23. Mai 1887. Inhalation und Fütterung. 2 Meerschweinchen vom gleichen Wurf. Das eine athmet 30 Minuten im Staubraum, wo 0,2 g Kohlen-Sporenstaub zerstäubt wurde. Nach 6 Tagen erscheint das Thierchen gesund, am 8. Tage todt: Milzbrand. Linke Lunge vollständig mit Hämorrhagien durchsetzt, sinkt im Wasser unter, ebenso Oberlappen der r. Lunge, während Unterlappen frei. Milz kaum vergrössert, aber voll Milzbrandbacillen, ebenso wie die Lunge. Magen und Darm sehen intact aus, Dünndarm leer, eng, nicht injicirt, ebenso Mesenterialdrüsen. Keine Hämorrhagien. — Das zweite Meerschweinchen erhielt die nämliche Menge (0,2 g) des gleichen Staubes auf einmal verfüttert: blieb gesund. Nach 4 Wochen wurde dieses nämliche Thier mit der doppelten Quantität desselben Staubes nochmals gefüttert: 2 Tage darauf Tod an Milzbrand mit einzelnen hämorrhagischen Stellen im Darmrohr. Hieraus geht hervor, dass grosse Mengen von Milzbrandsporen allerdings vom Darmkanal aus bei Meerschweinchen inficirend wirken können, ähnlich wie dies der Eine von uns früher (s. o.) für Mäuse constatirt hat.

3. Versuch.

1. Juni 1887. Inhalation. 5 weisse Mäuse athmen 25 Minuten im Staubraum. Hiervon wurde eine Maus sofort durch Chloroform getödtet, und die Lunge mikroskopisch auf Kohlensplitter untersucht, die in der That zahlreich nachgewiesen werden konnten. Die 2. Maus wurde nach 20 Stunden durch Chloroform getödtet, die Lungen herausgenommen, der eine Flügel mit steriler Scheere in kleine Stückchen zerschnitten, mit Nährgelatine vermischt und auf einer Platte ausgegossen: aus den Lungenstückchen entwickeln sich innerhalb 48 Stunden reichliche Milzbrandcolonien. Ebenso wurde mittels Plattencultur der Magen- und Darminhalt auf etwaige Milzbrandbacillen geprüft, mit negativem Resultat.

Die 3 Maus wurde nach 30 Stunden durch Chloroform getödtet: Plattencultur der Lunge ergibt reichlich Milzbrandcolonien. Plattencultur der Milz ergibt gar keine Colonien, solche des Dünndarminhalts keine Milzbrandcolonien.

Die 4. und 5. Maus wurden nach 2 Tagen todt gefunden: Kein Milzbrand, sondern Pneumonie, Lungen hyperämisch und voluminös, mikroskopisch keine Milzbrandbacterien.

4. Versuch.

1. Juni 1887. Fütterung. 3 Mäuse erhalten die doppelte Menge des im vorigen Versuch verwendeten Sporenstaubes verfüttert. Dieselben bleiben dauernd munter.

5. Versuch.

13. Juni 1887. Inhalation. 5 Mäuse athmen 10 Minuten im Staubraum. Hiervon wird eine Maus sogleich getödtet. Plattencultur von Lungenstückchen ergibt reichliche Milzbrandcolonien. Die 2. Maus wurde nach 20 Stunden getödtet: Plattencultur von Lungenstückchen ergibt reichliche Milzbrandcolonien. Der gleiche Befund ergibt sich bei der 3. Maus, welche nach 27 Stunden und bei der 4. Maus, welche nach 46 Stunden getödtet wird. Die 5. Maus erliegt von selbst nach 53 Stunden: Milzbrand. In Lungen und Milz massenhafte Bacillen.

6. Versuch.

27. Juli 1887. Inhalation. 4 Mäuse athmen 15 Minuten im Staubraum. Sämmtliche 4 Mäuse wurden nach 20—48 Stunden durch Chloroform getödtet. Die aus den Lungen angelegten Plattenculturen ergaben überall reichliche Milzbrandcolonien. Plattenculturen der Milz hatten verschiedenes Ergebnis.

Die Resultate der Plattenculturen dieser sämmtlichen Versuche werden in einem folgenden Abschnitte im Detail mitgetheilt und die daraus sich ergebenden Schlüsse besprochen werden.

7. Versuch.

28. Juli 1887. Inhalation. 4 Mäuse athmen 15 Minuten im Staubraum. 2 davon wurden nach 21 resp. 31 Stunden getödtet. Plattenculturen der Lunge ergaben reichlich Milzbrandcolonien. Die 2 übrigen Mäuse erliegen nach 40 Stunden: Milzbrand.

8. Versuch.

28. Juli 1887. Fütterung. 8 Mäuse erhalten eine dem vorigen Inhalationsversuch entsprechende Menge von Sporenstaub verfüttert. 7 davon blieben dauernd munter; 1 erlag an Milzbrand.

9. Versuch.

28. Juli 1887. Inhalation. 4 Mäuse athmen 15 Minuten im Staubraum. 2 davon wurden nach 19 resp. 29 Stunden getödtet. Plattencultur der Lunge ergibt bei der einen reichliche Milzbrandcolonien, bei der andern ebenfalls zahlreiche Colonien, aber nicht von Milzbrand, sondern von einer anderen nicht näher bekannten Bacterienart. Die 2 übrigen Mäuse erliegen von selbst nach 40 resp. 50 Stunden, beide an Milzbrand. Indess war der

eine dieser Fälle nicht rein, sondern die Lungen waren stark hyperämisch, etwas hepatisirt, und die Plattencultur ergab ausser den Milzbrandcolonien sehr reichliche Colonien eines typhusähnlichen Bacillus.

10. Versuch.

28. Juli 1887. Fütterung. 4 Mäuse erhalten die dem vorigen Inhalationsversuch entsprechende Staubmenge verfüttert. Dieselben bleiben sämmtlich munter.

11. Versuch.

21. Juli 1887. Inhalation. 7 Meerschweinchen athmen in einem für diesen Versuch eigens hergestellten grösseren Apparat von ca. 50 l Inhalt während 10 Minuten. Zerstäubt wurde nur eine sehr geringe Menge, nur ca. 0,1 g Kohlensporenstaub. Das Resultat dieses Versuches war folgendes: Das grösste Meerschweinchen wurde am 3. Tage bereits todt vorgefunden. Lungen theilweise hämorrhagisch, reichlich Bacillen enthaltend. Letzteres ist ebenso der Fall bei der Milz. Das 2. und 3. Meerschweinchen erlagen am 3. Tage. Lungen und Milz enthielten sehr reichlich Milzbrandbacillen. Die Lungen boten durchaus normales Aussehen, ebenso der Darm, doch zeigten sich in demselben bei dem einen der Thierchen zwei kleine, anscheinend hämorrhagische Stellen von 1—2 mm Durchmesser.

Das 4. Thier erliegt in der Nacht vom 4. bis 5. Tag. Kein makroskopischer Befund, namentlich Darm ganz normal. Nur in der Lunge 3 linsengrosse, circumscripte, dunklere Stellen. In Lungen und Milz massenhaft Milzbrandbacillen.

Das 5. Meerschweinchen erliegt ebenfalls in der Nacht vom 4. bis 5. Tag (besonders grosses Thier). Der makroskopische und mikroskopische Befund ist genau der nämliche wie beim vorhergehenden.

Das 6. und 7. Meerschweinchen blieben dauernd munter.

12. Versuch.

1. August 1887. Fütterung. An 6 Meerschweinchen wird die doppelte Menge des beim vorigen Versuch verwendeten Sporenstaubes auf einmal verfüttert. Dieselben blieben dauernd munter.

13. Versuch.

16. August 1887. Inhalation. 4 Meerschweinchen athmen nur 5 Minuten im Staubraum. Eines davon erliegt nach 3 Tagen an Milzbrand. Lungen und Milz enthalten massenhaft Milzbrandbacillen. Die 3 übrigen Thierchen blieben am Leben.

14. Versuch.

18. August 1887. Inhalation. 3 Mäuse athmen 15 Minuten im Staubraum. Hiervon werden 2 Mäuse nach 5½ Stunden getödtet. Plattenculturen der Lunge ergeben reichlich Milzbrandcolonien. Die 3. Maus blieb am Leben.

d) Versuche mit Inhalation von Lycoperdon-Sporenstaub und entsprechende Control-Fütterungsversuche.

Die Herstellung des Lycoperdon-Sporenstaubes erfolgte genau in der nämlichen Weise wie diejenige des Kohlen-Sporenstaubes.

Zur Verwendung der Sporen von Lycoperdon giganteum entschlossen wir uns, wie bereits erwähnt, deshalb, weil deren absolut kugelige Form eine Verletzung der Alveolarwand bei der Inhalation mit Sicherheit ausschliessen lässt. Ausserdem besitzen diese Sporen eine so ausserordentliche Kleinheit, dass deren Eindringen bis in die Alveolen mit Sicherheit zu erwarten stand. Die beifolgende Abbildung gibt eine Vorstellung von dem Grössenverhältnis der Lycoperdon-Sporen (*b*) gegenüber den bekannten Sporen von Lycopodium (*a*), deren Durchmesser jenen der ersteren etwa um das 8fache übertrifft. Der Durchmesser der Lycoperdon-Sporen beträgt nach unseren Messungen durchschnittlich nur 4 μ, also nur halb so viel als derjenige eines rothen Blutkörperchens vom Menschen. Die Stäubungsfähigkeit ist dementsprechend eine ganz enorme, und eignen sich dieselben vortrefflich zu diesen Versuchen. Doch will es uns scheinen, als ob merkwürdigerweise die Gefahr pneumonischer Reizung bei Inhalation dieses Staubes, wenigstens bei Mäusen, noch grösser sei, als bei Anwendung von Kohlenstaub.



Fig. 2.

15. Versuch.

16. October 1887. Inhalation. 4 Mäuse athmen 15 Minuten im Staubraum (ca. 0,5 g verstäubt). Von diesen Mäusen wurde eine nach 21 Stunden getödtet. Plattenculturen der Lunge ergaben reichliche Milzbrandcolonien. Die 2. und 3. Maus erlagen in der Nacht vom 2. bis 3. Tag, beide an Milzbrand. Lungen von ganz normalem Aussehen, aber mikroskopisch voll von Milzbrandbacillen. Die 4. Maus erliegt in der Nacht vom 4. bis 5. Tag ebenfalls an Milzbrand.

16. Versuch.

20. October 1887. Inhalation. 5 Mäuse athmen 10 Minuten im Staubraum (0,5 g verstäubt). Hiervon wurden 2 nach 6 resp. 22 Stunden getödtet. Plattenculturen der Lunge ergaben Milzbrandcolonien. Die 3. Maus erliegt am Morgen des 3. Tages an Milzbrand. Die beiden übrigen Mäuse bleiben am Leben.

17. Versuch.

19. October 1887. Fütterung. 8 Mäuse erhalten die den vorhergehenden Inhalationsversuchen entsprechenden Mengen von Lycoperdon-Sporenstaub verfüttert, 2 hiervon erliegen an Milzbrand, die übrigen bleiben am Leben.

18. Versuch.

31. October 1887. Inhalation. 5 Mäuse athmen 10 Minuten im Staubraum (0,5 g verstäubt). Hiervon wurden 2 nach 4 resp. 20 Stunden getödtet. Plattenculturen der Lungen ergaben reichliche Milzbrandcolonien. Die 3 übrigen Mäuse erlagen nach ca. 40 Stunden, aber nicht an Milzbrand. Plattenculturen der Lungen ergeben zwar Milzbrandcolonien, aber nur sehr wenige, dagegen sehr zahlreiche Colonien anderer, typhusähnlicher Bacillen.

19. Versuch.

3. November 1887. Inhalation. 5 Mäuse athmen 10 Minuten im Staubraum (0,25 g verstäubt). Hiervon wurden 2 nach 20 resp. 24 Stunden getödtet. Plattenculturen der Lunge ergeben reichliche Milzbrandcolonien. Die 3 übrigen Mäuse erliegen in der Nacht vom 2. bis 3. Tag. Ihre Lungen zeigen ein diffus geröthetes Aussehen. Mikroskopisch finden sich in denselben keine grösseren Mengen von Milzbrandbacillen. Plattenculturen der Lungen ergeben jedoch überall ziemlich zahlreiche Milzbrandcolonien, nur in einem Fall vermischt mit andersartigen Colonien.

20. Versuch.

1. November 1887. Inhalation. 2 Meerschweinchen athmen 15 Minuten im Staubraum (0,5 g verstäubt). Nach 3 Tagen beide todt: Milzbrand. Lungen nicht ganz hellfarbig, sondern fleckenweise geröthet. Beide Lungen, ebenso die Milz, enthalten reichlich Milzbrandbacillen. Darmkanal bei beiden völlig intact.

21. Versuch.

4. November 1887. Fütterung. 2 Meerschweinchen erhalten die nämliche Staubquantität wie in Versuch 20 (0,5 g) auf einmal verfüttert. Beide blieben am Leben.

22. Versuch.

7. November 1887. Inhalation. 5 Mäuse athmen 10 Minuten im Staubraum (0,12 g verstäubt). Hiervon wurden 2 Thierchen nach 4 resp. 21 Stunden getödtet. Plattenculturen der Lungen ergaben zahlreiche Milzbrandcolonien. Die 3 übrigen Mäuse verendeten nach 3 Tagen. Die eine davon zeigte hellfarbige, normale Lungen, welche, ebenso wie die Milz, sehr grosse Mengen von Milzbrandbacillen enthielten. Bei den 2 anderen Mäusen fanden sich die Lungen geröthet und etwas hepatisirt. Mikroskopisch konnten in diesen pneumonischen Lungen Milzbrandbacillen nur ganz vereinzelt aufgefunden werden. Indess ergaben Plattenculturen der Lungen die Entwickelung von Milzbrandcolonien, wenn auch nur in mässiger Zahl.

23. Versuch.

9. November 1887. Inhalation. 2 Meerschweinchen athmen 15 Minuten im Staubraum (0,5 g verstäubt). Das eine erliegt nach 3, das andere nach 4 Tagen an Milzbrand. Die Lungen sind im ganzen normal, aber bei beiden stellenweise diffus geröthet, indess vollkommen lufthaltig. Lungen und Milz enthalten massenhaft Milzbrandbacillen. Magen und Darmkanal zeigen sich völlig intact.

24. Versuch.

14. November 1887. Inhalation. 5 Mäuse athmen 10 Minuten im Staubraum (0,12 g verstäubt). Hiervon wurden 3 Thierchen nach 20, 25 und 30 Stunden getödtet. Plattenculturen der Lungen dieser Thierchen ergaben zahlreiche Milzbrandcolonien. Die 2 übrigen Mäuse erlagen nach 2 resp. 3 Tagen. Bei der einen fand sich reiner Milzbrand, d. h. massenhafte Milzbrandbacillen in der normal aussehenden Lunge, ebenso in der Milz. Die andere Maus zeigte geröthete, theilweise hepatisirte Lungen, in der mikroskopisch nur vereinzelte Milzbrandbacillen aufgefunden wurden. Plattenculturen von dieser Lunge ergaben indess Milzbrandcolonien, obwohl nur in mässiger Zahl.

25. Versuch.

21. November 1887. Inhalation. 2 Meerschweinchen athmen 15 Minuten im Staubraum (0,5 g verstäubt). Das eine wurde nach 38½, das andere nach 42½ Stunden mittels Chloroform getödtet. Aus den Lungen wurden Plattenculturen angelegt, welche bei beiden Thieren reichliche Entwickelung von Milzbrandcolonien ergaben.

c) Resultate der bisherigen Inhalations- und Fütterungsversuche mit trockenem Sporenstaub.

Zur besseren Uebersicht der erlangten Resultate sind dieselben in den folgenden beiden Tabellen zusammengestellt, und zwar sind sämmtliche Inhalationsversuche, sowohl die mit Kohlen- als die mit Lycoperdon-Sporenstaub und ebenso sämmtliche Fütterungsversuche je in einer Tabelle vereinigt.

Um die Zahlen dieser Tabelle in einer Gesammtübersicht zusammenfassen zu können, mag es statthaft sein, die in der 5. Verticalreihe aufgeführten, vorzeitig getödteten Thiere, bei denen die Plattenculturen der Lungen bereits reichliche Milzbrandcolonien ergeben hatten, als an Milzbrand erlegen anzunehmen. Nöthig ist dieses Verfahren durchaus nicht, da der Beweis zu Gunsten der Lungeninfection auch ausserdem klar zu Tage liegt. Immerhin aber halten wir dasselbe für richtig, da eine, 20 Stunden nach der Inhalation vorgefundene, reichliche Infection der Lungen mit Milzbrandbacillen, welche auf stattgefundene Vermehrung schliessen lässt, nothwendig zum Tode des Thieres an Milzbrand führen würde.

Zunächst folgt nun eine Uebersicht der **Fütterungsresultate** mit Kohlen- und Lycoperdon-Sporenstaub.

Inhalation.

Versuchs-nummer	Mäuse	Meer-schweinchen	An Milzbrand erlegen	Thiere, die innerhalb 20 bis 46 Stunden nach der Inhalation getödtet wurden und bei denen die Plattencultur der Lungen reichliche Milzbrandcolonien ergab	An Pneumonie erlegen	Lebend geblieben
1.	2	—	2	—	—	—
2.	—	1	1	—	—	—
3.	4	—	—	2	2	—
5.	4	—	1	3	—	—
6.	4	—	—	4	—	—
7.	4	—	2	2	—	—
9.	4	—	2	1	1	—
11.	—	7	5	—	—	2
13.	—	4	1	—	—	3
15.	4	—	3	1	—	—
16.	4	—	1	1	—	2
18.	4	—	—	1	3	—
19.	5	—	3	2	—	—
20.	—	2	2	—	—	—
22.	4	—	1	1	2	—
23.	—	2	2	—	—	—
24.	5	—	1	3	1	—
25.	—	2	—	2	—	—
Summe:	48	18	27	23	9	7

Fütterung.

Versuchs-nummer	Mäuse	Meer-schweinchen	An Milzbrand erlegen	Lebend geblieben
2.	—	2	1	1
4.	3	—	—	3
8.	8	—	1	7
10.	4	—	—	4
12.	—	6	—	6
17.	8	—	2	6
21.	—	2	—	2
Summe:	23	10	4	29

Aus diesen beiden Tabellen ergibt sich (unter der soeben erwähnten Annahme) folgende Gesammtübersicht:

Eingeathmet haben . . . . 66 Versuchsthiere,
hiervon starben an Milzbrand . . 50 „ = 75,8 %,
„ „ „ Pneumonie . 9 „ = 13,6 %,
„ „ „ blieben lebend 7 „ = 10,6 %.

Gefüttert wurden	33	Versuchsthiere,	
hiervon Milzbrand . .	4	„	= 12,1 %,
„ blieben lebend	29	„	= 87,9 %.

Bei diesem Resultat, das so schlagend zu Gunsten der Infection auf dem Lungenwege spricht, muss noch bedacht werden, dass dasselbe noch günstiger ausfallen würde, wenn die Fütterung nicht mit so sehr grossen Sporenmengen ausgeführt wäre. Um jede anderweitige Deutung auszuschliessen, wurden, wie erwähnt, stets mindestens die nämlichen Staubquantitäten, welche im Staubraum zur Verstäubung gelangt waren, zur Fütterung verwendet. Eigentlich wäre es ja nur nothwendig, diejenige Menge von Sporenstaub zu verfüttern, welche die Inhalationsthiere möglicherweise verschluckt haben können, also vielleicht tausendmal weniger als wirklich verfüttert wurde. In diesem Falle aber wäre es ohne Zweifel gelungen, die Todesfälle bei der Fütterung ganz zu vermeiden.

Immerhin sind die Resultate auch in ihrer jetzigen Form in hohem Grade beweiskräftig. Die enorme Gefährlichkeit der Inhalation verstäubter Milzbrandsporen gegenüber der relativen Ungefährlichkeit ihrer Verfütterung weist deutlich darauf hin, dass bei den Einathmungsversuchen nicht der Darmkanal die Infectionspforte darstellen kann, sondern dass hier ein anderer, viel leichterer Weg beschritten wird. Und das kann kein anderer sein, als eben der Weg durch die Lungenoberfläche. Diese Folgerung wurde übrigens noch dadurch bestätigt, dass bei einer Anzahl durch Einathmung inficirter Thiere der Inhalt des Magens und Darmkanales mittels Plattencultur auf etwa vorhandene Milzbrandbacterien untersucht wurde. Das Resultat war stets ein negatives.

Soweit also einem indirecten Schluss, einem Schluss per exclusionem Beweiskraft zuerkannt werden kann, ist hier der Beweis für die Passirbarkeit der intacten Lungenoberfläche für Milzbrandsporen bereits geliefert. Es wird im folgenden gezeigt werden, inwieweit auch das directe Beweisverfahren bis jetzt realisirt werden konnte.

Zunächst noch einige Bemerkungen über die bei den Inhalationsversuchen in 13,6 % der Fälle aufgetretene Pneumonie.

Pneumonische Reizerscheinungen sind keineswegs eine Vorbedingung für erfolgreiche Milzbrandinfection auf dem Athemwege. Dieser Satz ergibt sich ganz unzweideutig aus den mitgetheilten Erfahrungen. Im Gegentheil zeichneten sich die meisten Fälle von Einathmungsmilzbrand bei Mäusen und Meerschweinchen, und zwar gerade diejenigen, in denen der Befund von Milzbrandbacillen in den Organen ein besonders reichhaltiger war, durch den Mangel jeden makroskopischen Befundes in den Lungen aus.

In einer gewissen Zahl von Fällen wurden allerdings bei Meerschweinchen hämorrhagische Partien in den Lungen aufgefunden (Versuch 2. und 11.). In anderen zeigten sich mehr oder minder ausgedehnte diffuse, fleckige Röthungen, nicht nur an der Oberfläche, sondern auch im Innern des Lungenparenchyms, denen übrigens besondere mikroskopische Befunde, etwaige reichere Ansammlungen von Milzbrandbacillen nicht entsprachen. Jedenfalls aber sind derartige Veränderungen keine nothwendige Begleiterscheinung des Lungenmilzbrandes, sondern die meisten Lungen der durch Inhalation getödteten Versuchsthiere zeigten das ganz hellfarbige Aussehen, wie es den Lungen der Mäuse und Meerschweinchen normaler Weise zukommt.

In einigen Fällen, und zwar kam dies ausschliesslich bei Mäusen zur Beobachtung, zeigte sich nun aber exquisite Pneumonie mit allen Kennzeichen einer solchen. Diese pneumonischen Reizerscheinungen waren ohne Zweifel durch zu starke Staubinhalation hervorgerufen. Auch Arnold beobachtete bei seinen Versuchen bei einer Gesammtzahl von 93 Versuchsthieren 19 mal (20,4 %) acute Pneumonien; davon kamen auf 77 Kaninchen 11 Erkrankungen (14,2 %), auf 16 Hunde 8 (50 %). Dabei muss freilich berücksichtigt werden, dass die Versuchsdauer meist eine lange, bei den Hunden sogar eine sehr lange (58 bis 479 Tage) gewesen ist. Die meisten Erkrankungen (bei 33 % der ausgeführten Inhalationen) lieferte dabei der Sandsteinstaub. Bezüglich der Entstehung dieser Pneumonien weist Arnold darauf hin, dass als unmittelbare Folge der Staubinhalation katarrhalische Entzündung der Bronchialschleimhaut von ihm erwiesen sei, deren Fortsetzung

auf das Lungengewebe zweifellos eine Entstehungsursache für die Pneumonien werden kann. Ausserdem aber könnten durch die Staubinhalation Bedingungen geschaffen werden, welche nicht nur für das Eindringen, sondern auch für die weitere Entwickelung specifischer Infectionsstoffe günstig sind. Damit stimmt, dass wir bei unseren Versuchen in den entzündlich veränderten Lungen häufig grössere Mengen von Bacterien (nicht Milzbrand) durch die Plattencultur nachweisen konnten.

Für die Entwickelung der Milzbrandinfection auf dem Lungenwege dagegen besitzt die pneumonische Reizung allerdings auch einen entschiedenen Einfluss, aber nicht etwa einen förderlichen, sondern im Gegentheil einen hemmenden. Dies geht aus den Versuchen 18, 19, 22 und 24 deutlich hervor. Der Befund an Milzbrandbacillen in den pneumonischen Lungen war stets ein weit geringerer als sonst, bei nicht pneumonischen Lungen. Die Bacillen konnten in der Regel nur durch Plattencultur überhaupt nachgewiesen werden, während die blosse mikroskopische Untersuchung nur sehr spärliche Ausbeute gab. Je ausgesprochener ferner die pneumonischen Erscheinungen waren, um so spärlicher wurde die Zahl der Milzbrandbacillen. Bei exquisiter Pneumonie (3. Versuch) wurden gar keine Bacillen mehr aufgefunden. Dagegen ergaben die Plattenculturen pneumonischer Lungen, wie erwähnt, sehr häufig die Anwesenheit andersartiger Bacterien in ziemlicher Menge, die entweder bei der Staubinhalation oder sonst durch die Athemluft zugeführt sein mochten, und deren Vermehrung die pneumonische Reizung verursacht oder wenigstens verstärkt haben konnte. Ob diese secundären Ansiedelungen etwa, im Sinne der bacterio-therapeutischen Versuche von Emmerich, Pawlowsky u. s. w. einen hemmenden Einfluss auf die Milzbrandbacillen ausüben können, oder ob der pneumonische Reizzustand der Lungen an sich, vielleicht wegen der Anwesenheit grösserer Mengen von Phagocyten, der Milzbrandinfection ungünstig ist, mag hier dahingestellt bleiben.

Jedenfalls ist es sonach ein Irrthum, wenn Flügge bei Erwähnung der in seinem Institut ausgeführten Versuche über die Passirbarkeit der Lungenoberfläche hervorhebt, dieselben

hätten kein positives Ergebnis gehabt, selbst dann nicht, wenn unter dem Einfluss wiederholter Injection von Bacterienflüssigkeit in die Trachea »krankhafte Veränderungen des Lungengewebes entstanden waren«. Nach unseren Erfahrungen über Milzbrandinfection durch die Lungen ist es klar, dass gerade dann kein Durchtritt durch die Lungenoberfläche zu Stande kommen wird, wenn stärkere, krankhafte, d. h. also zunächst Reizungserscheinungen erzeugt wurden.

f) Directe Beweise für die Lungeninfection.

In einer grossen Zahl der oben mitgetheilten Inhalationsversuche wurden die Mäuse in verschiedenen Zeiträumen (5½ bis 46 Stunden) nach beendeter Inhalation getödtet, um durch Untersuchung der Lungen und der Milz mittels Plattenculturen Anhaltspunkte über den Weg, auf welchem die Milzbrandbacillen in den Organismus eindringen und über die bereits eingetretene Verbreitung derselben im Organismus, bzw. im Blutkreislaufe, zu erlangen. Milz und Lungen sind die hauptsächlichsten Organe, in denen bei Mäusen die Milzbrandbacillen zur Entwickelung kommen; und zwar gleichviel, ob die Infection vom subcutanen Zellgewebe ausgeht, ob das Thier durch Fütterung oder durch Inhalation mit Milzbrand inficirt wird. Bei vollkommener Entwickelung des Milzbrandes, beim Tode des Thieres kann daher aus dem Befund an Milzbrandbacillen im einen oder andern Organ durchaus kein Schluss auf die Invasionspforte gezogen werden. Es kommen zwar Verschiedenheiten vor; das einemal kann mehr die Lunge, das anderemal mehr die Milz Hauptentwickelungsstätte der Milzbrandbacillen sein, allein mit der Invasionspforte hat dies, wie gesagt, nichts zu thun.

Dagegen durfte man erwarten, dass in einem früheren Stadium des sich entwickelnden Infectionsprocesses die Invasionsstätte allerdings durch Localisirung des Infectionserregers zu erkennen sei. Deshalb wurde in der bereits oben kurz erwähnten Weise vorgegangen. Die Thierchen wurden durch Chloroform getödtet, alsdann mit alkoholischer Sublimatlösung von aussen gründlich abgewaschen, wieder getrocknet, und dann mit sterilen Instru-

menten Lungen und Milz herausgenommen und in sterile Schälchen verbracht. Von den Lungen wurde jedesmal der eine Flügel abgetrennt und in Alkohol behufs mikroskopischer Untersuchung aufbewahrt; der andere aber wurde mit einer sterilen Scheere in sehr viele, 20—40 Stückchen zerschnitten, diese in verflüssigte 8 proc. Fleischpepton-Gelatine verbracht, letztere auf eine sterile Glasplatte ausgegossen und bei 22 ° C. cultivirt. Ebenso wurde die Milz in Stückchen (10—20) zerschnitten und mit Gelatine auf einer Platte ausgegossen.

Diese Methode bietet den grossen Vortheil, einen vollständigen Ueberblick über den Bacteriengehalt eines solchen Organes zu gewähren, der durch mikroskopische Untersuchung beinahe unmöglich zu gewinnen wäre. Wie die auf Taf. I Fig. 1 gegebene Abbildung zeigt, ist es sehr leicht, die in den Organstückchen zur Entwickelung kommenden Milzbrandcolonien zu erkennen und zu zählen, da dieselben fast immer über den Rand der Gewebsstückchen hervorragen. Dass etwa im Innern grösserer Gewebsstückchen Milzbrandkeime eingeschlossen bleiben können, die wegen mangelnder Sauerstoffzufuhr nicht zur Entwickelung gelangen, soll nicht geleugnet werden. Immerhin wird der hierdurch entstehende Fehler kein allzu grosser sein. Je kleiner die Stückchen sind, in welche das Gewebe zerlegt wurde, um so geringer wird dieser Fehler werden.

Ausser diesen, den Organstückchen entspriessenden Colonien kommen nun in der Regel auch andere zur Beobachtung, die zwischen den Gewebspartikeln liegen. Diese sind in den folgenden Tabellen als »freie« Colonien bezeichnet. Dieselben rühren von solchen Milzbrandkeimen her, die entweder im Blut grösserer Gefässe enthalten waren, oder die zufällig beim Zerschneiden des Gewebes freigelegt wurden und deshalb in der Gelatine sich vertheilen konnten.

In dieser Weise wurde im Verlaufe unserer Versuche bei 22 Inhalationsmäusen der Gang des Infectionsprocesses näher verfolgt und das Detail der Befunde festgestellt. In den Plattenculturen wurde zunächst die Zahl der mit Milzbrandcolonien besetzten Organstückchen gezählt; wir bezeichnen diese als

»inficirte Stückchen« gegenüber den »sterilen Stückchen«; ferner die Zahl der Milzbrandcolonien, die aus den inficirten Stückchen hervorwuchsen, und endlich die Zahl der freien Milzbrandcolonien.

Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Dieselben sind nach der Zeit geordnet, welche zwischen Inhalation und Tödtung verstrichen war.

Plattenculturen aus verschiedenen Zeiträumen nach der Inhalation.

Zeit der Tödtung nach der Einathmung in Stunden	Lungen				Milz			
	Zahl der inficirten Stückchen	Zahl der sterilen Stückchen	Colonien, aus Gewebe hervorwachsend	Freie Milzbrand-Colonien	Zahl der inficirten Stückchen	Zahl der sterilen Stückchen	Colonien, aus Gewebe hervorwachsend	Freie Milzbrand-Colonien
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
4	14	—	33	80	—	22	—	—
4	18	—	26	—	—	16	—	—
$5^1/_2$	1	12	1	—	—	8	—	—
$5^1/_2$	5	13	7	—	—	11	—	—
$5^1/_2$	16	29	22	3	—	10	—	2
$5^1/_2$	25	37	30	2	—	14	—	—
6	4	11	5	4	—	7	—	1
20	18	—	38	54	1	10	1	8
20	37	4	78	70	—	10	—	1
20	12	5	29	10	—	25	—	—
20	18	—	87	4000	—	12	—	—
21	20	2	38	—	1	13	1	2
21	15	3	35	13	—	14	—	—
21	27	—	29	11	—	22	—	—
22	16	4	21	7	—	21	—	3
24	20	—	26	200	—	22	—	—
27	24	—	81	2000	8	3	36	57
29	19	1	44	5	12	3	24	1
29	11	1	26	8	—	10	—	1
30	12	—	56	120	—	9	—	—
31	10	2	23	20	—	9	—	12
46	16	—	66	4500	—	14	—	—

Das Resultat dieser 22 Versuche scheint entschieden für eine primäre Ansiedelung in der Lunge zu sprechen. Wenn man die Zahlen der II. und III. Columne vergleicht mit denen der VI. und VII., so zeigt sich, dass in fast allen Versuchen die Lungen

bereits ausserordentlich mit Milzbrand inficirt sind, während die Milz in fast allen Fällen sich als völlig frei von Milzbrandbacillen ergeben hat. Dieses Verhältnis wird vollkommen deutlich, wenn man die aus den erwähnten Columnen berechneten Mittelzahlen einander gegenüber stellt. Es ergibt sich folgendes:

	Lungen	Milz
Gewebsstückchen mit Milzbrandcolonien	16,3	1,0
Sterile Gewebsstückchen	5,6	12,9

Demnach war für die Lungen die Zahl derjenigen Stückchen, aus denen Milzbrandcolonien hervorwucherten, im Durchschnitt etwa 3 mal grösser als diejenige der sterilen Stückchen, während für die Milz die sterilen Stückchen etwa um das 13 fache die anderen übertrafen.

Betrachtet man ferner die Versuche vom zeitlichen Gesichtspunkte aus, so ergibt sich im grossen und ganzen eine Zunahme der inficirten Lungenstückchen in den späteren Zeitabschnitten nach der Inhalation, d. h. also ein Anwachsen der Lungeninfection, eine dort stattfindende Vermehrung der Milzbrandbacterien, während in der Milz eine Zunahme zwar auch in einzelnen Versuchen hervortritt, aber im ganzen doch weit geringer ist. Auf einzelne Versuche darf man bei derartigen Betrachtungen sich natürlich nicht stützen. Es gibt immer, wie gerade die Tabelle zeigt, Verschiedenheiten, und die Infection verläuft nicht in jedem Falle gleich rasch und überhaupt in ganz der nämlichen Weise. Allein Durchschnittszahlen dürfen immerhin einigen Werth beanspruchen.

Berechnet man also die Mittel aus denjenigen Versuchen, bei denen weniger als 20 Stunden seit der Inhalation, und anderseits bei denen mehr als 20 Stunden verstrichen waren, so ergibt sich folgendes:

	Lungen	Milz
Frühere Zeiträume:		
Inficirte Gewebsstückchen . .	11,9	—
Sterile ,, . .	14,6	12,6
Spätere Zeiträume:		
Inficirte Gewebsstückchen . .	18,3	1,5
Sterile ,, . .	1,5	13,1.

Die gewaltige Zunahme des Infectionsprocesses in den Lungen für die späteren Zeiträume gegenüber dem geringfügigen Anwachsen der Milzinfection erhellt aus diesen Zahlen ohne weiteres. Es ist jedoch leider nicht an dem, dass hieraus ein bestimmter Schluss mit Rücksicht auf die gestellte Frage gezogen werden könnte. Controlversuche mit subcutaner Milzbrandinfection haben uns nämlich bewiesen, dass bei Mäusen unter Umständen auch bei diesem Infectionsmodus die Lungencapillaren die erste und vorwiegende Vermehrungsstätte der Milzbrandbacterien gegenüber der Milz darstellen können. Sohin würde es mindestens einer grossen Zahl vergleichender Versuche mit Lungen- und subcutaner Infection bedürfen, um auf diese Weise, gleichsam statistisch, die aufgestellte Frage zu beantworten.

Deshalb wurde eine andere Art des Vorgehens gewählt. Eine Anzahl Mäuse wurde subcutan mit Milzbrandsporen inficirt, hierauf schon nach 5—6 Stunden getödtet und mittels Plattencultur bezüglich des Vorhandenseins von Milzbrandbacterien in Lungen und Milz untersucht. Die Resultate gibt folgende Tabelle. Zum Vergleich sind darunter die Zahlen für ebenso viele, nach der Inhalation in 4—6 Stunden getödtete Mäuse aus der vorigen Tabelle wieder hergesetzt.

Plattenculturen nach subcutaner Impfung.

Zeit der Tödtung nach der Impfung in Stunden	Lungen				Milz			
	Inficirte Stückchen	Sterile Stückchen	Colonien aus Stückchen	Freie Milzbrand-Colonien	Inficirte Stückchen	Sterile Stückchen	Colonien aus Stückchen	Freie Milzbrand-Colonien
$5^1/_2$	—	24	—	—	—	8	—	—
$5^1/_2$	—	28	—	—	—	7	—	—
$5^1/_2$	—	19	—	—	—	14	—	—
$6^1/_2$	—	26	—	—	—	10	—	—
$6^1/_2$	—	21	—	—	—	12	—	—
$6^1/_2$	—	25	—	—	—	8	—	—

Plattenculturen nach Inhalation.

Zeit der Tödtung nach der Inhalation in Stunden	Lungen				Milz			
	Inficirte Stückchen	Sterile Stückchen	Colonien aus Stückchen	Freie Milzbrand-Colonien	Inficirte Stückchen	Sterile Stückchen	Colonien aus Stückchen	Freie Milzbrand-Colonien
4	14	—	33	80	—	22	—	—
4	18	—	26	—	—	16	—	—
$5^1/_2$	5	13	7	—	—	11	—	—
$5^1/_2$	16	29	22	3	—	10	—	—
$5^1/_2$	25	37	30	2	—	14	—	—
6	4	11	5	4	—	7	—	—

Das einfache Ergebnis dieser Versuche mit subcutaner Impfung ist, dass in so früher Zeit überhaupt noch keine Milzbrand-Sporen oder -Bacillen in innere Organe, Lungen und Milz, verschleppt sind. Bei den Inhalations-Mäusen ist dies für die Milz ebenfalls der Fall; aber die Lungen sind meist bereits reichlich inficirt. Alles, was hier in diesem letzteren Organ an Milzbrandkeimen nachgewiesen wird, muss somit direct von der Inhalation herrühren. Dies einmal zugegeben, so wäre es höchst unwahrscheinlich, wenn jemand das oben nachgewiesene Anwachsen der Lungeninfection für die späteren Zeiträume, 20 bis 30 Stunden nach der Inhalation, nicht von den inhalirten Milzbrandbacterien, sondern von anderen ableiten wollte, die etwa vom Darm aus in den Organismus eingedrungen seien.

Und doch wäre bei skeptischer Betrachtung ein derartiger Einwand möglich. Die Schwierigkeit liegt eben darin, dass bei den Plattenculturen der eigentliche Sitz und Ausgangspunkt der sich entwickelnden Milzbrandcolonien durchaus nicht mit absoluter Sicherheit ermittelt werden kann. Es wäre schliesslich sogar denkbar, dass in den Versuchen mit frühzeitiger Tödtung alle die aus den Lungenstückchen hervorwachsenden Milzbrandcolonien nicht von Keimen ausgingen, die in den Alveolen abgelagert oder bereits in Lymph- oder Blutbahnen übergetreten waren, sondern dass es sich nur um Milzbrandsporen handelte, die in

den Bronchien und Bronchiolen bei der Einathmung haften geblieben waren. Es ist beim Zerschneiden der Lungen eines so kleinen Thierchens selbstverständlich unmöglich, die Bronchien nnd Bronchiolen von dem Lungenparenchym abzusondern.

Deshalb bleibt als letzter Ausweg schliesslich nur der directe mikroskopische Nachweis für die Infection auf dem Athmungswege übrig. Dieser Weg ist relativ leicht zu beschreiten, wenn es sich, wie bei Injection von Milzbrandbacillen in die Trachea (Versuche von Muskatblüth) um massenhaften Durchtritt durch die Lunge handelt. Dagegen ist die Aufgabe eine schwierige bei der Inhalation unter normalen Bedingungen, wobei stets nur sehr geringe Sporenmengen in die Lungen aufgenommen und in unbekannten Abschnitten derselben abgelagert werden. Die Schwierigkeit liegt hier nicht nur darin, dass zahllose Schnitte durchmustert werden müssen, um die einzelnen Bacillen, um die es sich bei einer erst beginnenden Infection handelt, aufzufinden, sondern vor allem auch darin, dass das betreffende Versuchsthier gerade im richtigen Zeitpunkt nach der Einathmung getödtet sein muss. Einerseits müssen die eingeathmeten Milzbrandsporen bereits ausgekeimt und zu Stäbchen ausgewachsen sein, da sie sonst sich nicht färben und der Untersuchung entgehen. Anderseits darf die Infection noch nicht jenseits der Lungenoberfläche im Blute angelangt sein, da sonst der Einwand bliebe, dass das, was man findet, nicht als primäre Ablagerung in der Lunge, sondern als eine secundäre Ansiedelung auf Grund einer in irgend einem anderen Organe vorhergangenen Vegetation betrachtet werden müsse.

Trotz dieser Schwierigkeiten ist es gelungen, beweisende Präparate zu erlangen, von denen eines der beweiskräftigsten auf Taf. I Fig. 2 sich abgebildet findet. Es entstammt dasselbe einem Lungenschnitt von einer Maus, die 20 Stunden nach der Einathmung von Kohlen-Sporenstaub, in anscheinend vollem Wohlbefinden durch Chloroform getödtet wurde. Die Plattenculturen der Milz ergaben in diesem Falle gar keine Colonien; es kann sich somit unmöglich um eine Verschleppung der Milzbrandbacillen von der Milz in die Lunge handeln. Anderseits aber

fanden sich nun in den mit Gentianaviolett und Pikrinsäure gefärbten Lungenschnitten nur an zwei Stellen engbegrenzte Ansammlungen von je 15 bis 20 Milzbrandbacillen, und zwar auf der Alveolarwand aufgelagert und in verschiedenen Schichten derselben steckend. Die eine dieser Ansammlungen ist es, welche die Fig. 2 wiedergibt. Die andere Ansammlung, welche im gleichen Schnitt in unmittelbarer Nähe vorgefunden wurde, ist an sich noch beweiskräftiger, weil die Milzbrandbacillen hier in sehr verschiedenen Tiefen in der Alveolarwand stecken. Eben darum eignet sich dieses Object jedoch nicht zur Abbildung, weil es ja nur möglich wäre, die Sache in einer Ebene darzustellen. Bei dieser zweiten Ansammlung findet sich ferner auch am Alveolarrand ein deutliches Kohlenfragment lagernd vor, das mit grösster Wahrscheinlichkeit als Träger der betreffenden Milzbrandspore, welche die Infection bewirkt hatte, aufgefasst werden darf.

Von der auf Taf. I Fig. 2 abgebildeten Ansammlung von Milzbrandbacillen ist zunächst sicher, dass es sich nicht um ein Vorkommen in einer Blutcapillare handelt, sondern die Bacillen liegen frei, nicht in Zellen eingeschlossen, auf dem Grund einer Alveole; einige davon stecken etwas tiefer in minimalen Ausbuchtungen, die wahrscheinlich dem Anfang von Saftkanälchen entsprechen. Jedenfalls, und das ist absolut sicher, können diese Bacillen nur von eingeathmeten Sporen herstammen, die ausgekeimt sind und ihre Vegetation begonnen haben. Da ein vollkommen trockener Staub zur Inhalation diente, so können keine lebenden Stäbchen eingeathmet sein. Im ganzen Capillarsystem sind ferner, wie die Durchmusterung der übrigen Schnitte der gleichen Lunge ergab, keine Milzbrandbacillen nachzuweisen. Die aufgefundenen Bacillen können somit nicht secundär von der Blutbahn her in die Alveole verschleppt sein. Dass letzteres nicht der Fall ist, beweist übrigens auch die Anordnung und ferner der Umstand, dass bei der zweiten, vorhin erwähnten Bacillenansammlung sogar der Kohlensplitter an der Alveolarwand haftend wahrzunehmen ist, der offenbar als Träger der betreffenden Milzbrandspore bei der Inhalation aufzufassen ist.

Man könnte schliesslich noch fragen, weshalb denn die Milzbrandbacillen in den soeben geschilderten Präparaten nicht in Zellen eingeschlossen vorgefunden wurden, wie es doch bei den Versuchen Muskatblüth's meist der Fall war, und wie es sonst bei inhalirten Staubtheilchen regelmässig vorkommt. Auch bei den neuen, unter Leitung Ribbert's angestellten Untersuchungen von Lähr mit Injection von Staphyloccus-Culturen in die Lungen wurde eine vollständige Aufnahme aller Staphylococcuszellen durch Phagocyten beobachtet. Immerhin ist dieses Eingeschlossenwerden auch bei leblosen, inhalirten Stäubchen keineswegs ausnahmslose Regel, wie besonders Arnold hervorhebt. Ferner aber erblicken wir gerade in dem Nichteinschlusse in Zellen einen Beleg dafür, dass die Milzbrandbacillen, welche wir in unseren Präparaten aufgefunden haben, im Begriffe sind, den Infectionsprocess einzuleiten und das Thier zu tödten, während eingeschlossene Milzbrandbacillen ebenso wie eingeschlossene Staphylococcuszellen (Versuche von Lähr) wohl in der Regel dem Untergange geweiht sind. Auch in unseren Versuchen mag vielleicht ein Theil der inhalirten Sporen alsbald nach der Einathmung von Zellen aufgenommen und auf diese Weise beseitigt worden sein. Ein anderer Theil aber entgeht diesem Schicksal, vermag auszukeimen, und die gebildeten Bacillen vermögen sich zu vermehren und den Infectionsprocess einzuleiten. Je virulenter ein Milzbrandstäbchen mit Rücksicht auf den betreffenden Organismus ist, um so weniger besteht die Aussicht, dasselbe durch Aufnahme von Seite eines Phagocyten beseitigt zu sehen. Das lehren gerade die Beobachtungen von Metschnikoff, der nur beim immunisirten Kaninchen das Auffressen und Verdauen von Milzbrandbacillen beobachtete. Wenn nun, wie bei den Versuchen von Muskatblüth, grössere Mengen von Milzbrandbacillen in die Lungen eingebracht werden, so werden stets sehr viele Stäbchen darunter sein, die sich im Innern des Organismus nicht genügend lebenskräftig, nicht genügend virulent erweisen. Diese werden daher von Phagocyten aufgefressen werden können. Umgekehrt aber wird man nicht erwarten dürfen, Milzbrandbacillen, die sich im Körper eines der Infection zugänglichen Thieres bereits vermehrt haben

und die im Begriffe sind, sich weiter zu vermehren, in Zellen eingeschlossen zu finden; ebenso wenig als sich in einer Milzbrandleiche die Bacillen in Zellen eingeschlossen zeigen.

Mit den bisherigen Darlegungen darf die gestellte Aufgabe in Bezug auf die Milzbrandsporen sohin als gelöst betrachtet werden. Wir dürfen behaupten, dass diese Sporen resp. die aus ihnen hervorgehenden Bacillen im Stande sind, die Lungenoberfläche ohne irgend welche mechanische Verletzungen zu passiren und alsdann im Blute und in inneren Organen Vegetationen zu erzeugen.

Aus unseren bisherigen Erfahrungen kann aber nicht entnommen werden, an welchen Stellen, ob etwa nur durch Vermittelung der Lymphbahnen und der Bronchialdrüsen, oder ob auf directerem Wege der Uebertritt in die Blutbahn möglich sei. Ebenso fragt es sich, inwieweit die hier geschilderten Verhältnisse etwa auch für andere pathogene Bacterien Geltung haben. In beiden Richtungen wird die Fortsetzung dieser Untersuchungen geeignet sein, weiteres Material zur Beantwortung herbeizuschaffen.

III. Inhalation von nass-zerstäubten Milzbrand-Sporen und -Stäbchen und von Hühnercholerabacillen.

Von

H. Buchner und E. Enderlen.

Bei Zerstäubung bacterienhaltiger Flüssigkeiten entsteht ein feiner Nebel, dessen Theilchen die anhaftenden Keime bis in die Alveolen zu transportiren im Stande sind. Das ergab sich bereits aus den früheren Untersuchungen mehrerer Forscher über die Inhalation zerstäubter phthisischer Sputa, besonders aber aus den oben citirten Experimenten Koch's über Inhalation zerstäubter Reinculturen von Tuberkelbacillen. Somit lag es nahe, die im vorigen Abschnitt geschilderten Untersuchungen mit Anwendung von nasser Zerstäubung fortzusetzen. Die umständliche Be-

reitung des infectiösen Staubes entfällt hier völlig, namentlich aber das scharfe Trocknen, welches nur von ächten Sporen ohne Nachtheil ertragen wird. Bei Zerstäubung auf nassem Wege können dagegen, wie die Versuche zeigen werden, ebensogut Milzbrandstäbchen oder Hühnercholerabacillen oder andere, durch Austrocknung leicht zu tödtende Bacterienarten zur Anwendung kommen. Um sichere Resultate zu erlangen, war es nur nöthig, die gewöhnliche Methode der Zerstäubung durch einen Kunstgriff zu verbessern, der im folgenden beschrieben werden soll.

a) Methode der Zerstäubung und Inhalation.

Werden Versuchsthiere direct einem stärkeren Spray ausgesetzt, so ist eine gründliche Benetzung und Durchnässung derselben unvermeidlich, wenn nicht der Raum, in welchem die Thiere verweilen, eine bedeutende Grösse besitzt. Die Benetzung ist aber nicht nur unangenehm, sondern auch direct schädlich für die Versuchsthiere, weil die Wärmeverluste bei durchnässtem Pelz abnormal gross werden. Mäuse können infolge dessen zu Grunde gehen. Ferner aber kann die Benetzung der äusseren Nasenöffnungen den Eintritt für schwebende Stäubchen erschweren und dadurch dem Versuchszweck nachtheilig werden.

Nun besteht jeder Spray aus gröberen und feineren Theilen, aus relativ grossen Tröpfchen und aus feinen und feinsten Tröpfchen und Nebelbläschen. Nur die letzteren, die feinsten Antheile haben aber für unseren Zweck eine Bedeutung. Es handelt sich also darum, die groben Theile abzufangen und nur die feinsten zur Verwendung zu bringen. Dies geschieht dadurch, dass man den Spray in einem besonderen Gefäss, z. B. einer doppelhalsigen grösseren Wulff'schen Flasche (Fig. 3) entwickelt. Der Spray wird erzeugt durch einen gewöhnlichen feineren Zerstäubungsapparat, zwei auf einander senkrecht stehende zugespitzte Glasröhrchen, welche nahe dem Boden der Wulff'schen Flasche so angebracht sind, dass der Spray, nicht wie gewöhnlich, horizontal, sondern nach oben sich entwickelt. Die Wulff'sche Flasche ist unten abgeschnitten und auf ein Blechgefäss *b* aufgesetzt, mit

dem sie durch das ringförmige Gummiband *g* luftdicht verbunden wird. Durch den einen Hals der Wulff'schen Flasche *a* treten zwei Gummischläuche, von denen der eine *l* die Pressionsluft dem Zerstäuber zuführt, während der andere, mit Trichter versehene, für erneute Zugabe von Zerstäubungsflüssigkeit während des Versuches bestimmt ist.

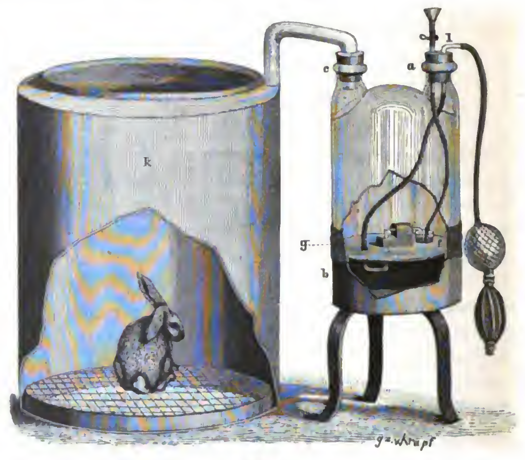


Fig. 3.

Setzt man den Spray in Gang, so dringt aus dem zweiten Hals der Wulff'schen Flasche (*c*) durch das dort angesetzte, doppelt gebogene Glasrohr ein e n o r m f e i n e r, von allen gröberen Antheilen des Spray absolut freier N e b e l in den Athemraum *k*. Man kann sich von der Existenz und Feinheit dieses Nebels überzeugen, wenn man das doppelt gebogene Glasrohr von seiner Verbindung mit dem Athemraum löst und den Nebel, der natürlich in diesem Falle nur aus reinem Wasser bestehen darf, in's Freie gehen lässt. Bei günstiger Beleuchtung, am besten bei schräg auffallendem Sonnenlicht sieht man dann eine Art von

feinem Wasserdampf aus dem Rohr hervorkommen, solange der Spray in Wirksamkeit bleibt und sogar noch einige Augenblicke nachher. Dieser Nebel ist so leicht, dass ihn die leisesten Luftströmungen in die Höhe tragen, was sich bei Sonnenbeleuchtung sehr gut beobachten lässt. Die Tendenz seiner Theilchen zum Niedersinken und Ablagern ist so gering, dass man diesen Nebel, wie etwa Cigarrenrauch, durch einen mehrere Meter langen Gummischlauch bei mässiger Luftgeschwindigkeit hindurchleiten kann. Wenn statt der nach abwärts gekrümmten Glasröhre eine mehrfach U-förmig gebogene, schliesslich nach oben geöffnete an die Wulff'sche Flasche angesetzt wird, so wandert auch durch diese der Nebel mit grösster Leichtigkeit, und verbreitet und vertheilt sich nach oben.

In physikalischer Hinsicht zeigt also dieser Nebel Analogie mit condensirten Wasserdämpfen, und deshalb ist es gerechtfertigt, denselben als ein Aggregat, nicht von minimalen Tröpfchen, sondern von Wasserbläschen zu betrachten, die mit Luft gefüllt sind. Dahin weist die grosse Schwebungsfähigkeit, die bei Tröpfchen wohl nur dann möglich wäre, wenn diese eine ausserordentliche Kleinheit besässen, bei der auch eine Summe solcher Tröpfchen für das blosse Auge als Nebel nicht mehr wahrnehmbar sein könnte. Allerdings waren wir nicht im Stande, durch directe mikroskopische Untersuchungen den Bläschencharakter zu bestätigen. Versuche, den Nebel etwa auf einem Objectträger aufzufangen und sofort unter das Mikroskop zu bringen, scheiterten an der stets eintretenden sofortigen Verdunstung.

Es war nun zunächst die Frage zu entscheiden, ob dieser feine Nebel überhaupt im Stande sei, mitgerissene Bacterien zu transportiren. Wenn es sich um kleinste Bläschen handelt, wäre die Annahme denkbar, dass in der ausserordentlich dünnen Wandung eines solchen Bläschens keine suspendirten festen Objecte mehr Platz finden können, ohne eine sofortige Gleichgewichtsstörung, ein sofortiges Platzen und somit eine Zerstörung des Bläschens zu bewirken. Indess widersprachen dieser Annahme die wohlbekannten Versuche von Aitken, denen zufolge gerade

die in der Luft schwebenden Staubkörperchen es sind, an welche bei eintretender Condensation der Wasserdämpfe das Wasser in Form von Nebelbläschen sich anlagert, während eine absolut staubfreie Luft zur Erzeugung von Nebel sich ungeeignet erweist. Diese Thatsache liess von vorneherein erwarten, dass auch in unseren Nebelbläschen feste minimale Körperchen eingeschlossen sein könnten; es schien aber doch nöthig, durch einen Vorversuch diese Frage zu entscheiden.

Es wurden zu diesem Zweck in Wasser suspendirte Reinculturen von Bacterien zerstäubt und der feine Antheil des Spray's, den wir hinfort als »Spray-Nebel« bezeichnen wollen, in eine grössere Glasglocke geleitet, auf deren Boden frisch ausgegossene Platten von steriler Nährgelatine sich befanden. Wenn auch nur für die Dauer von 2 Minuten die Platten dem Spraynebel exponirt waren, so entwickelten sich dennoch auf denselben nach 2—3 Tagen viele Tausende von Colonien der betreffenden Bacterienart, welche durch den Sprayapparat zerstäubt worden war. Die Vertheilung dieser Colonien über die Platten war eine ganz gleichmässige, was ein gleichmässiges Niedersinken des Spraynebels in der ruhenden Luft der Glocke beweist, gerade so wie ja auch Cigarrenrauch in einer verschlossenen Flasche allmählich zu Boden sinkt und sich am Grunde ablagert.

Diese Versuche wurden nach einander mit vier verschiedenen Bacterienarten wiederholt, um zu sehen, ob verschiedene morphologische und biologische Eigenschaften und Zustände von Bacterien hierin keinen Unterschied bedingen; es ergab sich indess, dass dies durchaus nicht der Fall ist. Es wurden angewendet:

1. Milzbrandsporen;
2. eine Art von Heubacillen, und zwar ausschliesslich Stäbchen, keine Sporen;
3. Typhusbacillen;
4. Choleravibrionen.

Von vorneherein durfte, namentlich bei dem letzten Object, den Choleravibrionen, der berechtigte Zweifel gehegt werden, ob dieselben nicht, nach erfolgter Ablagerung auf der Gelatineplatte, durch vorzeitige Austrocknung an der weiteren Ent-

wickelung verhindert werden würden. Das war indess nicht der Fall [1]).

Durch diese Vorversuche war also bestätigt, dass der Spraynebel einer zerstäubten Bacterienflüssigkeit eine grosse Menge von Bacterien mit sich transportirt. Aller Wahrscheinlichkeit nach steht die Menge derselben zur Gesammtmenge der in der zerstäubten Bacterienflüssigkeit überhaupt enthaltenen Keime im nämlichen Verhältnis, wie die Quantität des Spraynebels zur Gesammtquantität der zerstäubten Flüssigkeit. Man braucht also nur das letztere Verhältnis zu bestimmen, man braucht nur zu ermitteln, ein wie grosser Bruchtheil der im Gesammtspray zerstäubten Flüssigkeit in die Form des transportfähigen Spraynebels übergeht, um ein Urtheil über die Menge der in die Luft übergeführten Bacterien zu erhalten. In der That ist es sehr wichtig, dieses Verhältnis kennen zu lernen, weil ja nur der Spraynebel in den Inhalationsraum der Thiere eintritt, und weil daher ausschliesslich die Menge des Spraynebels die für den Versuch in Betracht kommende Quantität von zerstäubter Bacterienflüssigkeit darstellt, während die groben Antheile des Spray ausgeschaltet sind und daher gänzlich ausser Betracht bleiben.

Der Quantität nach stellt nun der Spraynebel nur einen sehr geringen Bruchtheil der zerstäubten Flüssigkeit dar. Wir haben

1) Diese Erscheinung erklärt sich vielleicht durch ein besonders genaues Anschmiegen und eine sehr innige Berührung der Keime mit der Gelatinefläche, die durch das transportirende, zuletzt verdunstende Nebelbläschen bedingt sein dürfte. Würden die isolirten Keime auf die Gelatinefläche nur einfach hinauffallen, so wäre die Adhäsion eine weit geringere. So aber wirkt das transportirende Wasserbläschen auch günstig für das Anschmiegen. Denn man kann immer beobachten, dass suspendirte oder gar gelöste Körper, die beim Verdunsten einer Flüssigkeit auf fester Unterlage zurückbleiben, dort sehr viel fester adhäriren, als wenn sie in trockenem Zustand auf die Unterlage aufgefallen sind. Dies ist der Fall bei ganz unlöslichen, starren Theilchen, wie z. B. Holzkohlenpulver, Gips u. s. w.; um wie viel mehr muss die gleiche Erscheinung bei dem biegsamen, relativ weichen Bacterienkörper sich geltend machen. Die festere Adhäsion und innigere Berührung von Keimen, die durch Nebelbläschen transportirt sind, dürfte deshalb auch für das Gelingen einer Ansteckung unter Umständen von Belang sein können.

darüber wiederholte Bestimmungen angestellt, indem der Spraynebel unter Vermeidung aller Verluste, in ein mit hydrophiler Gaze ausgestopftes Becherglas geleitet, und dieses vor dem Versuche und sofort nach Beendigung desselben gewogen wurde. Das Mittel der ausgeführten Bestimmungen ergab für unsern Apparat: 0,5 % der zerstäubten Flüssigkeitsmenge; d. h. wenn im ganzen 100 ccm mittels des Sprayapparates zerstäubt wurden, so traten nur 0,5 ccm als Spraynebel in den Inhalationsraum über.

Diese Bestimmungen gestatteten erst, über die, zu einer erfolgreichen Infection auf dem Athemwege erforderlichen geringen Quantitäten von Keimen eine richtige Vorstellung sich zu bilden. Des weiteren bekamen wir nur auf diese Weise einen sicheren Anhaltspunkt dafür, wie viel bei den Controlfütterungsversuchen an die betreffenden Thiere zu verfüttern war. Da nur der Spraynebel in den Inhalationsraum drang, konnte höchstens so viel als dessen Quantität betrug, von den Thieren verschluckt sein. Folglich war es bei den Controlfütterungsversuchen nur nöthig, eine der Quantität des Spraynebels entsprechende Menge von Bacterienflüssigkeit zu verfüttern. Um jeden Irrthum möglichst auszuschliessen, wurde zu den Fütterungen übrigens stets die nämliche Bacterienflüssigkeit verwendet, die gleichzeitig zum Inhalationsversuch diente.

Durch dieses genaue Verfahren allein war es möglich, auch bei Hühnercholera, die für Kaninchen und Mäuse bekanntlich vom Darmkanal aus stark inficirend wirkt, den Beweis zu liefern, dass die infolge der Inhalation erlegenen Thiere nicht durch verschluckte Bacillen inficirt sein konnten. Wenn die verfütterte Menge unter eine gewisse Grösse herabsinkt, dann bleiben eben auch Hühnercholerabacillen vom Darmkanale aus wirkungslos, während sich anderseits zeigt, dass so geringe Mengen, wenn sie in Form eines Spraynebels von den Thieren eingeathmet werden, im Stande sind, dieselben mit Sicherheit zu inficiren.

Zu erwähnen ist noch für die Inhalationsversuche, dass die Thiere stets nur ein einzigesmal, in der Dauer von ¼ bis 1 Stunde einathmeten. Die Thiere befanden sich hierbei in einem

grossen, 50 l fassenden Blechkessel (Fig. 3 *k*), auf dessen Grund, einige Centimeter über dem Boden, ein Drahtgitter angebracht war. Den Verschluss dieses Kessels bildete ein oben aufgelegter Deckel mit grosser, eingekitteter Glasscheibe, um durch diese die Thiere beobachten zu können. Am Rande dieses Deckels, rings herum, konnte die eingeblasene Luft wieder entweichen, weshalb beim Versuch dieser ganze Rand mit einer mehrfachen Lage von Watte umgeben werden muss, die mit mehreren Flanell-Rollbinden befestigt wird. Die durchtretende Luft wird durch diese Wattelagen filtrirt und von den darin befindlichen schwebenden Bacterien sicher befreit. Nach beendeter Inhalation fühlten sich die Thiere jedesmal ganz trocken an; dieselben kamen sofort in einen Isolirkäfig und wurden gut verpflegt. Der Apparat wurde stets sogleich auseinandergenommen und in allen seinen Theilen mit Sublimatlösung desinficirt.

b) Inhalation von Milzbrandsporen und zugehörige Controlfütterungsversuche.

26. Versuch.

8. December 1887. Inhalation. Von einer schief erstarrten Agarröhre werden die Milzbrandsporen zur Hälfte abgestreift und in 12 ccm Wasser suspendirt [1]). Diese werden völlig zerstäubt in 10 Minuten. Im Athemraum 2 Meerschweinchen. — Nach 3½ Tagen finden sich beide Meerschweinchen todt. — Die Lungen zeigen sich ganz normal bis auf einige diffuse röthliche Flecken bei dem einen Thier. Der Darmkanal erscheint bei beiden intact. Mikroskopisch finden sich in Milz und Lungen beider Thiere ausserordentlich reichlich Milzbrandbacillen.

27. Versuch.

20. Dezember 1887. Inhalation. Der Inhalt von 2 schief erstarrten Agarröhren mit R. C. von Milzbrandsporen wird abgestreift und in 50 ccm Wasser suspendirt. Hiervon 42 ccm zerstäubt während 40 Min. Im Athemraum 6 Meerschweinchen. — Am folgenden Tage sind alle 6 Thierchen munter, am zweiten Tage von Mittags an erscheinen dieselben ruhiger. 2 davon erliegen

1) Die Cultivirung der Milzbrandsporen geschah, wie bei den früheren Versuchen, durch Aufstreichen von Milzsubstanz eines milzbrandigen Thieres auf Fleischwasser-Agar (ohne Pepton) und zweitägiges Verweilen bei 37° C. Auf dieser Agar wachsen die Milzbrandbacillen vollkommen zu Sporen aus, und man erhält eine reine Sporenmasse mit nur ganz vereinzelten Stäbchen.

nach 48 Stunden, die 4 übrigen nach 60 Stunden, sämmtliche an eclatantem Milzbrand. Die Lungen sämmtlicher 6 Thiere erwiesen sich makroskopisch normal, enthielten jedoch mikroskopisch, ebenso wie die Milz, massenhaft Milzbrandbacillen. Der Darmkanal zeigte sich überall intact.

Dass die Thiere in diesen beiden Versuchen, Nr. 26 und 27, infolge von Inhalation und nicht etwa durch verschluckte Milzbrandsporen inficirt worden sind, daran konnte nach den früheren, mit trockenem Milzbrand-Sporenstaub angestellten Fütterungsversuchen wohl kein Zweifel sein. Meerschweinchen sind durch Fütterung von Milzbrandsporen nur bei Verwendung grösserer Mengen zu inficiren. Entsprechend der Quantität des Spraynebels hätten aber in diesen beiden Versuchen nur geringe Mengen der Sporenflüssigkeit zur Controle verfüttert werden müssen, nämlich in Versuch 26 nur 0,06 ccm = 1 Tropfen (0,5 % der zerstäubten Gesammtmenge) an 2 Meerschweinchen und in Versuch 27 nur 0,21 ccm = 3 bis 4 Tropfen an 6 Meerschweinchen. Dass so geringe Mengen auf dem Verdauungswege absolut wirkungslos bleiben, stand nach unseren bisherigen Erfahrungen fest und wird auch durch den unten folgenden Controlfütterungsversuch Nr. 31 wieder bestätigt.

Dagegen bot es mehr Interesse, die Grenze aufzusuchen, wo auch die Fütterung von Milzbrandsporen tödtliche Infection bewirkt. Um dies zu erreichen, verfütterten wir nicht die der Quantität des Spraynebels im vorigen Versuch entsprechende, sondern die 300fache Menge im folgenden Versuch.

28. Versuch.

21. December 1887. Fütterung mit maximalen Mengen. Der Inhalt von 2 schief erstarrten Agarröhren mit R. C. von Milzbrandsporen (die nämlichen wie in Versuch 27) wird abgestreift, in 50 ccm Wasser suspendirt und einem Gelbrübenbrei zugemischt, der an 4 Meerschweinchen sofort völlig verfüttert wird. — In der Nacht vom 4. bis 5. Tag erliegen drei der gefütterten Thiere an Milzbrand, das 4. bleibt dauernd munter. Die Section ergab bei diesen durch Darmmilzbrand getödteten Thieren merkwürdigerweise im Darmkanal keine besonders auffälligen makroskopischen Veränderungen, keine gröberen Hämorrhagien, wohl aber stellenweise auffällig starke Injection der Darmwand. Mikroskopisch aber war dieser Darmmilzbrand dadurch charakterisirt, dass sich im Dünndarminhalt überall reichliche Milzbrandbacillen, zunächst mikroskopisch und dann durch

Plattencultur nachweisen liessen. Hier fand sich also gerade das, wonach bei den früheren Versuchen mit trockener Sporeninhalation vergeblich gesucht worden war, nämlich die Milzbrandbacillen im Darminhalt. Die Lungen dieser Thiere zeigten an verschiedenen Stellen diffuse Röthung und einige diffuse, dunkelrothe Partien, waren jedoch im übrigen normal. Mikroskopisch enthielten die Lungen, ebenso wie die Milz, massenhaft Milzbrandbacillen.

Dieser Versuch erscheint uns besonders lehrreich, da derselbe über die zur Erzeugung von Darmmilzbrand bei Meerschweinchen nöthige Sporenquantität einen ziemlich genauen Aufschluss liefert. Drei Thiere erlagen in der Nacht vom 4. bis 5. Tag, also volle 2 Tage später, als die Inhalationsthiere vom correspondirenden Versuch 27, welche theils am Ende des 2. Tages, theils vom 2. bis 3. Tag erlegen waren. Das vierte Fütterungsthier blieb am Leben. Wir sind also ziemlich an der gesuchten Grenze angelangt, nnd man kann auf Grund dieses Versuches sagen, dass die Verfütterung einer halben (schief erstarrten) Agarröhre voll Milzbrandsporen ein kräftiges Meerschweinchen wahrscheinlich erfolgreich inficiren wird. Auf dem Inhalationswege aber genügt schon eine 300fach geringere Sporenmenge, um diesen Effect mit Sicherheit und in der Hälfte der Zeit herbeizuführen.

Besondere Wichtigkeit besitzt ferner der Sectionsbefund in diesem Falle. Derselbe muss uns, im Gegensatze zu der allgemein verbreiteten Anschauung davor warnen, zu glauben, dass die Invasionspforte bei Milzbrand immer durch einen makroskopischen Befund charakterisirt sein müsse. Sahen wir schon in den allermeisten der bisher mitgetheilten Versuche über Lungeninfection, dass gar keine makroskopischen Veränderungen in den Athemorganen zu Stande kommen, so zeigt dieser Fall nun, dass auch, bei Meerschweinchen wenigstens, Darminfection ohne jede gröbere anatomische Veränderung der Darmwand zu Stande kommen kann. Nur der Befund von Milzbrandbacillen im Darminhalt bleibt dann dem Fütterungsmilzbrand eigenthümlich. Der nächste Versuch war dazu bestimmt, die untere Grenze für die zur Infection auf dem Athemwege erforderliche Menge von Milzbrandsporen festzustellen.

29. Versuch.

2. Januar 1888. Inhalation mit minimalen Mengen. Von einer Sporencultur auf Agar wurde nur so viel in Wasser suspendirt, dass dieses schwach opalisirte. Hiervon wurden 42 ccm zerstäubt während 30 Minuten Im Athemraum befanden sich 6 Meerschweinchen. — Hiervon erlagen 2 Meerschweinchen am 3. Tage, eines am 5. Tage an Milzbrand. 3 Meerschweinchen blieben am Leben. Bei den an Milzbrand erlegenen Meerschweinchen fanden sich Lungen und Milz voll von Bacillen, der Darmkanal intact. Die Lungen zeigten keine Hämorrhagien, wohl aber stellenweise diffuse Röthung.

Da die hier verwendete Sporenmenge (im Ganzen etwa eine Drahtöse voll Sporenmasse vertheilt in 42 ccm Wasser, wovon jedoch nur 0,2 ccm im Spraynebel zur Wirkung kamen) zu gering gewesen war, um alle Thiere durch Inhalation zu tödten, so wurde im nächsten Versuch wieder eine grössere Menge angewendet. Dabei suchten wir uns mittels Plattenculturen über die Zahl der verwendeten Sporen ein möglichst genaues Urtheil zu bilden.

30. Versuch.

9. Januar 1888. Inhalation. Von einer Agarröhre werden die Sporen abgestreift und in 50 ccm. suspendirt. Diese Aufschwemmung sieht trüblich aus. Durch Plattencultur nach vorausgegangener 1000facher Verdünnung der Sporenflüssigkeit wird ermittelt, dass 1 ccm der letzteren enthält: 25 Millionen Milzbrandsporen. Zerstäubt wurden von dieser Sporenflüssigkeit 42 ccm, wovon indess nur ca. 0,2 ccm als Spraynebel zur Wirkung kamen, was einer Menge von 5 Millionen Milzbrandsporen entspricht. Im Athemraum befanden sich 6 Meerschweinchen und 1 Kaninchen. Die Ergebnisse waren folgende:

Nach 36 Stunden war das Kaninchen bereits an Milzbrand erlegen. Die Lungen zeigten sich makroskopisch mit Ausnahme einiger röthlicher Stellen normal, keine Hämorrhagien. Lungen und Milz voll von Milzbrandbacterien, 2 Meerschweinchen erlagen nach 46 Stunden an Milzbrand, das dritte ebenso nach 60 Stunden, das vierte nach 68 Stunden, das fünfte nach 71 Stunden und das sechste nach ca. 80 Stunden. Bei allen diesen Thieren zeigten sich die Lungen makroskopisch vollständig intact. Mikroskopisch fanden sich überall in Lungen und Milz massenhaft Milzbrandbacillen.

Man darf in der That annehmen, dass bei diesem Versuch die zulässige Minimalmenge von Milzbrandsporen für die Infection auf dem Athemwege gerade erreicht wurde. Die Hinauszögerung der Todeszeit bei einem Theil der Versuchsthiere beweist, dass man nicht viel unter der angewendeten Menge hätte zurückbleiben dürfen, ohne einen theilweise negativen Erfolg. Die angewendete Sporenmenge betrug, wie erwähnt, 5 Millionen für einen

Athemraum von 50 l Inhalt und bei einer Versuchsdauer von 45 Minuten. Offenbar ist diese Sporenmenge eine ausserordentlich geringe, wenn man bedenkt, dass nur ein sehr kleiner Bruchtheil der im Athemraum schwebenden Bacterien von den Thieren eingeathmet wird und in deren Alveolen gelangen konnte. Es ist durchaus nicht gewiss, ja es ist nicht einmal wahrscheinlich, dass bei subcutaner Infection diese geringen Sporenmengen eine erfolgreiche Infection bewirken könnten. Die enorme Gefährlichkeit der Inhalation ergibt sich hieraus ohne weiteres[1]).

31. Versuch.

9. Januar 1888. Fütterung. Controlversuch zum Vorhergehenden. Von der dort zerstäubten Sporenflüssigkeit wird 1 % (doppelt so viel als der Spraynebel beträgt), d. h. pro Thier 0,06 ccm = 1 Tropfen verfüttert an 6 Thiere: 1 Kaninchen und 5 Meerschweinchen. Dem Kaninchen wird eine Brodpille eingeschoben, welcher die Sporen zugesetzt sind. Die Meerschweinchen erhalten die Sporen als Zusatz zu Rübenbrei. Sämmtliche Thiere blieben dauernd gesund.

Diese bisherigen Versuche mit Inhalation und Fütterung von Milzbrandsporen schienen uns, in Anbetracht ihrer so höchst präcisen Resultate, mit Rücksicht auf das, was durch dieselben bewiesen werden soll, bereits genügend zahlreich zu sein, und wir standen deshalb davon ab, dieselben in der bisherigen Art noch weiter zu vervielfältigen. Es würde das ein unnöthiges Opfer an Thiermaterial erfordert haben. Dagegen wendeten wir uns wiederum der, schon bei den vorhergehenden Untersuchungen in Angriff genommenen Aufgabe zu, das Zustandekommen der Infection auf dem Athemwege in seinen Einzelheiten näher klar zu legen. Zunächst handelt es sich wieder darum, wie viel

1) In seiner Arbeit über die Heilung des Milzbrandes durch Erysipel gibt Emmerich an, dass 50000 Milzbrandbacillen bei subcutaner Impfung eben zur Infection eines Kaninchens genügen. Beim obigen Inhalationsversuch kamen überhaupt 5 Millionen Milzbrandsporen in die Athemluft der Versuchsthiere. Wenn man annehmen dürfte, dass 1 % dieser in der Athemluft (50 l) schwebenden Bacterien bis in die Alveolen der Thiere gelangt sind, was eher zu viel als zu wenig scheint, und wenn man die Athemgrösse eines Kaninchens ungefähr gleichsetzt jener von drei Meerschweinchen, so würde sich berechnen, dass zur erfolgreichen Infection auf dem Athemwege bereits 17000 Milzbrandsporen hinreichend waren.

Milzbrandsporen bei der Zerstäubung auf nassem Wege und in welche Abschnitte der Lungen dieselben eindringen? Um dies zu entscheiden, wurden die folgenden Versuche ausgeführt.

c) Directe Beweise für das Zustandekommen der Milzbrandinfection auf dem Athemwege.

32. Versuch.

1. Februar 1888. Inhalation. Die Milzbrandsporen von 3 schief erstarrten Agarröhren werden abgestreift, in 40 ccm Wasser suspendirt, und diese Sporenflüssigkeit in dem bei allen bisherigen Versuchen benützten Apparate zerstäubt während 30 Minuten. Im Athemraum befand sich ein grosses, kräftiges Kaninchen von 2,5 kg Gewicht. — Nach 5 Stunden wurde dieses Kaninchen durch Chloroform getödtet, dessen Lungen unter aseptischen Vorsichtsmassregeln herausgenommen, und nun wurden mittels einer sterilen Scheere aus den verschiedensten Partien derselben und zwar theils ganz peripher vom vorderen scharfen Lungenrand, oben und unten, theils aus den centralen Partien, dicht neben den grossen Bronchien, zahlreiche Stückchen ausgeschnitten und in eine Platte von Nährgelatine eingebettet.

Die Untersuchung dieser Plattencultur nach 3 Tagen ergab, dass aus sämmtlichen Lungenstückchen gleichmässig, ebenso zahlreich aus den peripheren als aus den centralen reichliche Milzbrandcolonien sich entwickelten. Nicht nur am Rande der Stückchen waren diese Colonien bemerkbar, sondern durch die Substanz der Stückchen hindurch vertheilt. Man konnte durch Abzählung bei einer grösseren Zahl von Lungenstückchen berechnen, dass auf 1 qmm Lungensubstanz durchschnittlich 7 Milzbrandcolonien entfielen. Nimmt man das gleiche Verhältnis auch für die Tiefendimension, d. h. also für 1 cmm gültig an, so würde die Zahl der Milzbrandsporen in der Gesammtlunge dieses Thieres (ca. 50 ccm) etwa 350000 betragen haben. Man darf ja wohl annehmen, dass in der kurzen Zeit von 5 Stunden noch keine Auskeimung und Vermehrung der Milzbrandsporen stattgefunden hatte.

Diese enorme Sporenmenge, die nicht etwa auf die Bronchien — denn diese wurden beim Ausschneiden der Stückchen sorgfältig vermieden — sondern auf das Lungenparenchym zu beziehen ist, hängt zusammen mit der sehr concentrirten Sporenflüssigkeit (3 Agarröhren), die bei diesem Versuch zerstäubt worden war.

Immerhin konnten von den zerstäubten 40 ccm nur 0,2 ccm in der Form von Spraynebel in den Athemraum gedrungen sein. Und hiervon hatte dieses Kaninchen während einer halben Stunde 350000 Sporen aspirirt! Das beweist zur Genüge die ausserordentliche Befähigung der auf diese Weise schwebend in der Luft suspendirten Keime zum Eindringen in die Athemwege.

Ein weiterer analoger Versuch wurde an Meerschweinchen angestellt.

33. Versuch.

10. Januar 1888. Inhalation. Von 4 schief erstarrten Agarröhren wurden die Milzbrandsporen abgestreift und in 50 ccm Wasser suspendirt. Hiervon wurden 42 ccm während 1/2 Stunde zerstäubt. Im Athemraum befanden sich zwei Meerschweinchen. — Von diesen Thieren wurde das eine nach 19, das andere nach 23 1/2 Stunden mittels Chloroform getödtet. Von beiden wurden die Lungen aseptisch herausgenommen, und aus möglichst verschiedenen Partien derselben kleine Stückchen mittels steriler Scheere entnommen. Diese Stückchen wurden in Nährgelatine-Platten eingebettet. Ebenso wurde mit der Milz beider Thiere verfahren. Die Resultate zeigt folgende Uebersicht:

	Lungenplatten				Milzplatten	
	Inficirte Lungenstückchen	Sterile Lungenstückchen	Milzbrandcolonien		Inficirte Milzstückchen	Sterile Milzstückchen
			aus Stückchen	freie		
Meerschweinchen α	56	—	195	340	—	39
„ β	67	4	186	890	—	38

Nach 19 resp. 23 1/2 Stunden war somit der Gesammtorganismus, der grosse Kreislauf noch nicht mit Milzbrandbacillen inficirt, wie aus dem Sterilbleiben der Milzplatten geschlossen werden darf. Die Lungen dagegen erwiesen sich auch in diesem Falle ganz ausserordentlich stark inficirt. Diese Ergebnisse stimmen sohin vollständig mit den im vorhergehenden Abschnitt dieser Untersuchungen, bei der Inhalation trocken verstäubter Milzbrandsporen erlangten überein. Dieselben sind ein mächtiges unterstützendes Beweismittel für die Infection durch die Lungen, wenn sie auch an und für sich, nach dem, was früher darüber gesagt wurde, kaum als ein absolut gültiger Beweis dafür betrachtet werden können.

Dagegen gelang der sichere Beweis nunmehr durch die mikroskopische Untersuchung. Die Lungen der beiden Meerschweinchen von Versuch 33 wurden nämlich, soweit dieselben nicht zu den Plattenculturen verwerthet worden waren, in Alkohol gehärtet, in feine Schnitte zerlegt, und die Schnitte mittels Gentianaviolett und Pikrinsäure gefärbt, wobei sich Milzbrandbacillen sehr scharf vom Gewebe abheben.

Die genaue Durchmusterung dieser Schnitte mit starker Vergrösserung (Seibert, hom. Imm. $1/12$, Oc. II) war eine mühsame Aufgabe, da zunächst die allermeisten derselben ein absolut negatives Resultat ergaben. Nur in einer geringen Zahl von Schnitten fanden sich Milzbrandbacillen, vereinzelt oder in kleinen Gruppen in verschiedener Anordnung, aber so, dass über deren Lagerung im Gewebe, deren Beziehung zu den Alveolen u. s. w., ein sicheres Urtheil durchaus nicht zu gewinnen war. Nachdem auf diese Weise viele Serien von Schnitten ohne genügendes Resultat untersucht worden waren, gelang es uns endlich, auch positive Funde zu machen. Es fanden sich aus der Lunge des, $23\frac{1}{2}$ Stunden nach der Inhalation getödteten, Meerschweinchens einzelne Schnitte, die nun mit einemmale Hunderte von Milzbrandbacillen aufwiesen. Diese Milzbrandbacillen zeigten sich nicht etwa über den ganzen Schnitt gleichmässig verbreitet, sondern waren in gewissen Abschnitten desselben herdweise angehäuft, während andere Theile des betreffenden Schnittes durchaus frei von solchen waren.

Wie verhält sich nun Lagerung und Anordnung der aufgefundenen Milzbrandbacillen? Wir hatten uns die Beantwortung dieser Frage, bei einem erst beginnenden Infectionsprocess, als möglicherweise schwierig gedacht; allein sie war das nicht im mindesten. Die genaue Betrachtung lehrte zur Evidenz, dass ein grosser Theil dieser Milzbrandbacillen in den Blutcapillaren sich eingeschlossen befindet. An sehr vielen Stellen liegen sie dort ebenso zahlreich und in der nämlichen parallelen Anordnung, wie man das bei den Lungenschnitten an Milzbrand verendeter Thiere zu sehen gewohnt ist. Um ein Beispiel zu geben, sind ein paar dieser Capillaren

in Fig. 4 der Tafel I abgebildet. Dieselben sind keineswegs idealisirt, sondern an vielen Punkten ist der Sachverhalt mit gleicher Deutlichkeit wahrzunehmen. Darin, dass es sehr viele solcher Stellen sind, liegt eben auch der Beweis, dass es sich nicht um eine Täuschung, etwa durch zufälliges Verschieben der Milzbrandbacillen beim Schneiden hervorgerufen, handeln könne, sondern ein grosser Theil der überhaupt sichtbaren Milzbrandbacillen zeigt diese parallele Anordnung innerhalb der Capillaren.

Somit kann darüber kein Zweifel existiren, dass bereits 23½ Stunden nach der Inhalation die Milzbrandbacillen in den Capillaren der Lunge vorgefunden wurden.

Die Erörterung der wichtigen Frage, auf welchem Wege die Milzbrandbacillen hier in die Blutcapillaren hineingelangt sind, mag dem folgenden Abschnitt vorbehalten bleiben. Für jetzt genüge die Bemerkung, dass mit dieser Constatirung der directe Beweis für die Infection auf dem Athemwege in ganzer Vollständigkeit erbracht ist. Wenigstens lässt sich nicht absehen, was etwa geschehen könnte, um diesen Beweis noch weiter zu vervollkommnen. Das directe Hineinwachsen oder Hineindringen der Milzbrandbacillen in die Capillaren zu beobachten, dieser Aufgabe ist unsere heutige Methodik nicht gewachsen. Man kann vielleicht Stellen auffinden, die so etwas zu beweisen scheinen, aber es bleibt jedermann unbenommen, dergleichen für einen Zufall, für ein Kunstproduct, hervorgerufen durch zufällige Verschiebungen einzelner Milzbrandbacillen bei der Präparation zu erklären. Wir würden einem derartigen Funde stets mit Misstrauen gegenüberstehen.

Sicher und unzweifelhaft aber sind die Daten unseres Versuches und sein Ergebnis. Kurz recapitulirt sind die Daten folgende: Ein Meerschweinchen athmet während 30 Minuten in einem Raum von 50 l, in welchem 0,2 ccm stark sporenhaltige Flüssigkeit als Spraynebel vertheilt waren. 23½ Stunden nachher, ca. 36 Stunden vor seinem erfahrungsgemäss zu erwartenden natürlichen Tode an Milzbrand, wird dasselbe durch Chloroform

getödtet. Plattenculturen der Lunge ergeben, dass von 71 ausgesäten Stückchen nur 4 steril bleiben, während aus den 67 anderen sich insgesammt 186 Milzbrandcolonien entwickeln. Plattenculturen der Milz dagegen zeigen, dass dieses ganze Organ und somit der grosse Kreislauf noch frei ist von Milzbrandkeimen.

Die mikroskopische Untersuchung der Lungen ergibt vereinzelte Herde von Milzbrandbacillen, die aber bereits Hunderte von Milzbrand-Stäbchen enthalten. Diese Herde können, in Anbetracht der kurzen Zeit zwischen Inhalation und Tödtung des Thieres, welche eine Infection auf irgend einem Umwege, eine secundäre Verschleppung in die Lunge mit Sicherheit ausschliesst, nur direct von den inhalirten Sporen abgeleitet werden. Es bedarf einiger Stunden, bis die Sporen ausgekeimt sind, und es bedurfte einer Reihe von Stunden, bis die Herde in den Lungen zu der beobachteten Grösse herangewachsen waren. Hierdurch erklärt sich vollkommen das vorgefundene Verhältnis, während jede andere Erklärung eben dadurch ausgeschlossen erscheint.

d) Inhalation von Milzbrand-Stäbchen.

Einen weiteren, ebenso zwingenden Beweis dafür, dass die Milzbrandinfection bei Inhalation auf dem Lungenwege erfolgt, und dass unsere Inhalationsthiere thatsächlich von den Athmungsorganen aus und nicht auf irgend einem anderen Wege inficirt wurden, liefern die Versuche mit Inhalation von zerstäubten Milzbrandstäbchen. Die Möglichkeit einer Infection vom Darmkanale aus tritt bei Anwendung von Stäbchen überhaupt ganz in den Hintergrund. Von Koch wurde gezeigt, dass Mäuse mit der Milzsubstanz milzbrandiger Thiere ohne jeden Nachtheil gefüttert werden können [1]), und der Eine von uns hat früher ebenfalls nachgewiesen, dass Mäuse mit beliebig grossen Mengen virulenter Milzbrandstäbchen gefüttert werden können, ohne dass Infection erfolgt. Für Meerschweinchen sind analoge Angaben ebenfalls bekannt.

---

1) Beiträge zur Biologie der Pflanzen von F. Cohn. 1877 Bd. 2 Heft 3 S. 299.

Was ferner den Einathmungsversuchen mit Milzbrandstäbchen ein besonderes Interesse sichert, das ist der pathologische Befund in der Lunge, der einerseits die Annahme einer anderen Infectionsstätte an und für sich vollkommen ausschliesst, anderseits für die Theorie der Infection überhaupt bedeutungsvolle Aufschlüsse gibt.

Zu diesen Versuchen musste man vor allem darauf bedacht sein, eine reine Stäbchencultur, ohne jede Sporenbildung, zu erhalten. Eine solche bietet sich von selbst in der Milzsubstanz eines an Milzbrand erlegenen Thieres. Da aber die Stäbchen in dem durch Ausquetschen eines solchen Organes erhaltenen Saft zu einem Zerstäubungsversuch nicht zahlreich genug sind, ist eine kurzdauernde, etwa 18stündige Cultivirung erforderlich. Diese Cultivirung darf durchaus nicht etwa auf Agar, sondern muss in einer Flüssigkeit geschehen, in der genügend Nahrungsstoffe vorhanden sind, um die Sporenbildung sicher hintanzuhalten. Hierzu eignet sich 1 % Fleischextract mit Zusatz von 0,1 % Pepton, schwach alkalisch. 150 ccm solcher Lösung werden in einem Kölbchen sterilisirt, mit 1—2 ccm zerquetschter Milzsubstanz, d. h. also von vorneherein mit einer colossalen Bacillenmenge inficirt, und nun bei 37° für 18 Stunden belassen. In dieser Lösung können die Milzbrandbacterien in so kurzer Zeit keine Sporen bilden. Indess würden dieselben zu langen Fäden auswachsen, was für den Zweck der Zerstäubung und des Schwebens in der Luft hinderlich erscheint. Deshalb empfiehlt es sich, während der Cultivirung einen continuirlichen Strom filtrirter, d. h. keimfreier Luft durch die Lösung zu leiten. Auf diese Weise erhält man nach 18 Stunden massenhafte, kurze Milzbrandstäbchen ohne jede Andeutung von Sporenbildung. Solche Stäbchenflüssigkeit wurde unverdünnt zur Inhalation verwendet.

34. Versuch.

4. Februar 1888. Inhalation. Von der soeben beschriebenen, absolut Sporen-freien Stäbchenflüssigkeit wurden 100 ccm während ¾ Stunden zerstäubt. Im Athemraum befinden sich 5 Meerschweinchen und 1 Kaninchen. — Hiervon erlagen 3 Meerschweinchen bereits nach 36 Stunden, die beiden andern nach ca. 54 Stunden. Nur das Kaninchen blieb am Leben.

Die Lungen der an Stäbcheninhalation erlegenen Meerschweinchen boten nun sämmtlich den gleichen merkwürdigen Befund. Dieselben waren dunkelroth d. h. hämorrhagisch gefärbt, mit alleiniger Ausnahme einiger Randpartien, in welche vermuthlich bei der Einathmung weniger Stäbchen gelangt sein mochten. Ferner collabirten diese Lungen durchaus nicht, sondern zeigten sich voluminös, rigid beim Durchschneiden, von der Schnittfläche floss schaumiges Blut. Ausgeschnittene Stücke der Lungensubstanz sanken im Wasser unter. Mikroskopisch enthielten diese Lungen massenhaft Milzbrandbacillen und boten im übrigen ein sehr merkwürdiges Bild, das im folgenden näher erörtert werden wird. Einen völlig entgegengesetzten Befund ergab die Milz. Bei sämmtlichen Thieren war dieselbe klein und makroskopisch unverändert. Mikroskopisch fanden sich nur bei einem Meerschweinchen zahlreichere Bacillen in derselben. Bei den übrigen 4 Thieren enthielt die Milz nur vereinzelte Milzbrandbacillen, im auffallenden Gegensatz zu dem gewöhnlichen Befund bei Meerschweinchen, die an Milzbrand infolge der Inhalation von Sporen oder infolge subcutaner Impfung erlegen sind.

Es ist klar, dass hauptsächlich die enorme Intensität des in der Lunge abgelaufenen localen Infectionsprocesses in diesen Fällen den Tod der Versuchsthiere herbeigeführt hat. Hierdurch erklärt sich die kurze Zeitdauer, die zwischen Inhalation und tödtlichem Ausgang verstrich, und die bei drei von fünf Meerschweinchen des gegenwärtigen Versuches noch wesentlich kürzer war, als sie je bei Sporeninhalation beobachtet wurde. (Bei Sporeninhalation in minimo 48, bei Stäbcheninhalation 36 Stunden.)

Immerhin fand aber auch eine Allgemeininfection statt. In der Milz eines jeden Versuchsthieres fanden sich, wie erwähnt, Milzbrandbacillen, wenn auch meist in sehr geringer Zahl. Der Eintritt dieser Bacillen in's Innere des Organismus, in den grossen Kreislauf, kann auf gar keine andere Weise gedacht werden, als durch Vermittelung der Lungen. Da Milzbrandstäbchen, wie erwähnt, vom Darmkanale aus keine Infection bewirken können, bleibt keine andere Möglichkeit übrig, um so mehr als die

vorhandene heftige Lungenaffection und der enorme Reichthum der Lunge an Milzbrandbacillen deutlich genug den Weg anzeigen, auf welchem das Eindringen der letzteren in's Körperinnere erfolgt sein muss. Wir haben somit in diesen Versuchen mit Inhalation von Milzbrandstäbchen einen neuen wichtigen Beweis für die Infection auf dem Athemwege. Zu erörtern bleibt nur die interessante Frage, weshalb die Inhalation von Stäbchen einen so wesentlich anderen pathologischen Effect zu Stande bringt, als die Inhalation von Sporen?

Aus den derben, dichten, hepatisirten Partien der Lungen dieser durch Stäbcheninhalation getödteten Thiere wurden Schnitte hergestellt, welche sich am schönsten nach dem Verfahren von Kühne (Entfärbung mit Fluorescin-Alkohol) färben liessen. In diesen Schnitten, aus denen eine Partie in Fig. 3 der Taf. I wiedergegeben ist, zeigen sich nun die meisten Alveolen theilweise oder vollständig ausgefüllt und zwar entweder mit rothen Blutkörperchen oder mit Leukocyten und abgelöstem Lungenepithel, oder mit körnigem Faserstoffgerinnsel. Von den in der Abbildung wiedergegebenen beiden Alveolen versinnlicht die eine die Ausfüllung mit Zellen, rothen und weissen Blutkörperchen und Alveolarepithelien, die andere vorwiegend die Ausfüllung mit Faserstoffgerinnsel. Dazwischen und mitten in diesen Massen aber liegen nun, vereinzelt oder oft in grossen Gruppen angehäuft Milzbrandstäbchen und Fäden regellos durcheinander, im Innenraum der Alveolen also, oft das ganze Lungenbläschen förmlich ausstopfend, keineswegs in der Wandung und deren Blutbahnen, wie das bei Lungenschnitten von Milzbrandthieren sonst die Regel ist. Diese Milzbrandfäden sind oft ziemlich lang, regellos gegliedert und geknickt, häufig abenteuerlich gewunden und verdreht. Man muss hieraus schliessen, dass die Milzbrandbacillen zum Theil sich unter ungünstigen Existenzbedingungen befanden in diesem Nährsubstrat, das sie sich durch ihre eigene Wirkung geschaffen haben. Der Gesammteindruck dieses pathologischen Zustandes, den die Figur ziemlich richtig wiedergibt, ist nach alledem ein total verschiedener, befindet sich im denkbar grössten Gegensatz zu demjenigen, den man bei der Lunge eines milz-

brandigen Thieres sonst zu erhalten gewohnt ist. Während im letzteren Fall die Alveolen immer ganz frei sind von allen entzündlichen Producten, während jede Spur von entzündlichen Erscheinungen völlig mangelt, haben wir hier den höchsten Grad entzündlicher Reaction mit allen seinen zugehörigen Veränderungen. Namentlich auffallend aber ist die so ganz entgegengesetzte Anordnung und Vertheilung der Milzbrandbacillen in beiden Fällen, wofür die Figuren 3 und 4 der Tafel eine ganz charakteristische Illustration liefern.

Die anatomische Diagnose dieses Lungenbefundes lautet nach Prof. Bollinger, dem wir die Schnittpräparate zur Einsicht vorlegten, auf sero-fibrinöse-hämorrhagische Pneumonie, und ist der Process nach seiner Auffassung am ehesten mit demjenigen des Milzbrandcarbunkels in Parallele zu setzen.

Diese künstliche Milzbrand-Pneumonie wurde durch Inhalation von Stäbchen bewirkt, während die Einathmung von Sporen keine auffälligen Reizungserscheinungen in der Lunge zu bewirken pflegt. Mit völliger Sicherheit lässt sich der Grund dieser merkwürdigen Verschiedenheit nicht bezeichnen. Vermuthlich aber dürfte derselbe mit dem biologischen Unterschied von Stäbchen und Sporen überhaupt zusammenhängen. Während letztere zuerst auskeimen müssen, bevor die Vermehrungsthätigkeit beginnen kann, ein Vorgang, der niemals gleichzeitig und gleichmässig erfolgt, sind Stäbchen sofort im Stande, ihre reizende, krankmachende Thätigkeit zu entfalten und giftige Ptomaine zu bilden. Während also bei Sporeninhalation nur successive, im Zeitraum von Stunden, die Auskeimung an einzelnen Orten vor sich geht, kann die Inhalation reichlicher Stäbchenmengen von einer sofortigen allgemeinen Reizwirkung auf das Lungengewebe gefolgt sein, wodurch die geschilderten pneumonischen Erscheinungen zu Stande kommen. Jedenfalls aber müsste es auch bei Inhalation von Stäbchen durch eine geeignete Abstufung der Quantität möglich sein, das nämliche zu erzeugen, wie mit Sporeninhalation, nämlich eine Allgemeininfection des Körpers ohne irgend bemerkbare Ausbildung localer Lungenerscheinungen.

Wir haben in der That einen solchen Inhalationsversuch mit geringerer Stäbchenmenge ausgeführt an 5 Meerschweinchen und 1 Kaninchen, indess ohne positiven Erfolg. Die Thiere blieben sämmtlich am Leben. Nach unseren sonstigen Erfahrungen ist es ganz zweifellos, dass bei diesem Versuch eine gewisse Menge von Milzbrandstäbchen in die Lungen und bis in die Alveolen dieser Thiere gelangt sein musste. Dieselben sind jedoch unwirksam geblieben, sie müssen wieder beseitigt, vielleicht durch Phagocyten vernichtet worden sein. Ganz vereinzelten derartigen Angriffen vermag also der Organismus Widerstand zu leisten. Es kommt weder zu einer stärkeren Entzündung noch zu einer Allgemeininfection. Aber wenn eine so grosse Menge von Stäbchen auf einmal in die Lunge gelangt, wie dies in dem positiven Versuch mit Stäbcheninhalation (Nr. 34) nach Maassgabe der dort zerstäubten grossen Menge (100 ccm) von stark stäbchenhaltiger Flüssigkeit der Fall war, dann wird die Reizwirkung und die Giftproduction eine so allgemeine, dass eine intensive, entzündliche Reaction davon die Folge ist.

Der Grund ferner, weshalb in diesem Versuche mit Inhalation geringerer Stäbchenmengen auch keine Allgemeininfection erfolgte, wie dies bei Inhalation schon von kleinen Sporenmengen die Regel bildet, dürfte vielleicht in der geringeren Kräftigkeit der Stäbchen, infolge ihrer Cultivirung in 1procentiger Fleischextractlösung zu erblicken sein. Wir hatten diese etwas zu concentrirte Lösung angewendet, um Sporenbildung mit Sicherheit zu vermeiden. Die Stäbchen leiden aber sichtlich unter diesen Bedingungen, wie die Körnung ihres plasmatischen Inhalts bei Untersuchung im lebenden, ungefärbten Zustand und ferner die abnorm kurze Gliederung deutlich erkennen lässt. Die Sporen dagegen, die wir zu den Inhalationsversuchen verwendet hatten, waren stets unter den denkbar günstigsten Wachsthumsbedingungen (alkalische Fleichwasseragar) herancultivirt. Ihre grössere Virulenz und Kräftigkeit kann somit nicht bezweifelt werden.

e) Inhalation von Hühnercholerabacillen und Controlfütterungsversuche.

Die Versuche mit Hühnercholerabacillen liefern den Beweis, dass zur Allgemeininfection auf dem Athemwege auch vegetative Zustände von Spaltpilzen befähigt sind, dass es hierzu nicht nothwendig der Sporen bedarf, wie man nach den Versuchen mit Milzbrand glauben könnte.

Die grosse Infectiosität der Hühnercholerabacillen für Kaninchen und Mäuse ist bekannt, ebenso auch die leichte Ansteckungsmöglichkeit vom Darmkanale aus. Auch hier gibt es indess eine Minimalgrenze für die zur Infection nöthige Quantität, unterhalb deren die Verfütterung resultatlos bleibt. Diese Grenze liegt freilich ungemein weit unter der für Milzbrand gültigen. Dafür aber sind die Hühnercholerabacillen überhaupt den Kaninchen und Mäusen sehr viel gefährlicher als die Milzbrandbacillen, d. h. es genügt eine weit geringere Menge zur Ansteckung. Infolge dessen durften wir hoffen, mit sehr geringen, bei Verfütterung noch unwirksamen Quantitäten bereits Infection auf dem Lungenwege zu erzielen. Dieses Ziel ist vollkommen erreicht worden.

Zunächst suchten wir festzustellen, ob es überhaupt möglich sei, Thiere durch Inhalation kleiner Quantitäten von Hühnercholerabacillen zu inficiren.

35. Versuch.

30. December 1887. Inhalation. Zwei Drahtspitzen einer Agarcultur von Hühnercholera wurden suspendirt in 20 ccm Wasser[1]. Diese Flüssigkeit zeigt eine äusserst geringe, kaum wahrnehmbare Opalescenz; dieselbe ist nur bei genauer Betrachtung von reinem Wasser zu unterscheiden. Diese 20 ccm wurden während ½ Stunde zerstäubt. Im Athemraum befanden sich 1 kräftiges Kaninchen und 7 Mäuse. — Hiervon erlagen 3 Mäuse nach 36 Stunden, 1 Maus und das Kaninchen nach ca. 60 Stunden. 3 Mäuse blieben am Leben. Bei den verendeten Thieren ergab die mikroskopische Untersuchung reichlichen Befund von Hühnercholerabacillen in Form von Doppelkugeln, Ovalformen und Kurzstäbchen im Blute verschiedener Organe, in den Lungen, namentlich aber in der Leber. Angelegte Culturen

1) Zur Cultur der Hühnercholerabacillen diente stets alkalische Fleischpepton-Glycerin-Agar (6 % Glycerin), auf der dieselben bei 37° vortrefflich gedeihen. Es wurden stets Culturen verwendet, die nach Entnahme aus dem Thierkörper erst ein einzigesmal ausserhalb desselben gezüchtet waren.

auf Glycerin-Agar ergaben reine Hühnercholerabacillen. Einen bemerkenswerthen makroskopischen Befund hatten diese Thiere weder in den Lungen noch im Darme dargeboten.

Nachdem durch diesen Versuch die Wirksamkeit so minimaler Mengen von Hühnercholerabacillen beim Inhalationsverfahren constatirt war, gingen wir zu weiteren Versuchen, mit gleichzeitiger Controlfütterung über. Der nächste Versuch in dieser Richtung gab noch ein ungenügendes Resultat, weil auch bei der Inhalation nur ein einziges Thier erlag. Derselbe sei aber gleichwohl mitgetheilt, weil durch diesen Versuch constatirt ist, dass wir uns bei den hier angewendeten Mengen an der unteren Grenze der Wirksamkeit überhaupt befanden. Geringe Schwankungen in der Virulenz der betreffenden Cultur, die man zur Zerstäubung anwendet, können hier den Ausfall des Versuches bedingen.

36. Versuch.

8. Januar 1888. Inhalation. Drei Drahtspitzen von Hühnercholeracultur wurden suspendirt in 20 ccm Wasser. Die Trübung ist sehr gering, scheint aber ein wenig stärker als im vorigen Versuch. Hiervon wurden zerstäubt 12 ccm während 1/2 Stunde. Im Athemraum befanden sich 1 grosses Kaninchen und 7 Mäuse. — Hiervon erlag nur 1 Maus nach 2 Tagen an Hühnercholera. Von den übrigen Mäusen schienen mehrere am zweiten Tag krank, erholten sich aber wieder. Das Kaninchen blieb munter. Die verendete Maus zeigte in allen Organen, namentlich in der Leber, Hühnercholerabacillen. Eine Cultur aus der Leber ergab positives Resultat.

Gleichzeitig wurde folgender Versuch ausgeführt.

37. Versuch.

8. Januar 1888. Fütterung. Von der nämlichen Aufschwemmung, welche im vorigen Versuch zur Zerstäubung kam, wurden 1% = 0,12 ccm (entsprechend der Quantität des Spraynebels) verfüttert und zwar 0,06 ccm (1 Tropfen) in Brodpille an 1 Kaninchen und 0,06 ccm in Brodbrei an 7 Mäuse. — Sämmtliche Thiere blieben dauernd munter.

Hierdurch war wenigstens bewiesen, dass die Infection mit Hühnercholera vom Darmkanale aus bei Kaninchen und Mäusen nicht leichter erfolgt, als die Infection auf dem Lungenwege. Denn man muss immer bedenken, dass die gefütterten Thiere bei unserem Verfahren bei weitem mehr Bacterien in den Darmkanal zugeführt erhielten, als bei den Inhalationsthieren in die Lungen eindringen konnten. Die folgenden Versuche

liefern nun aber auch in schlagender Weise den positiven Beweis für die weitaus grössere Gefährlichkeit des Lungenweges.

38. Versuch.

12. Januar 1888. Inhalation. Von einer 24 stündigen Glycerin-Agarcultur von Hühnercholera werden drei starke Drahtspitzen voll in 36 ccm Wasser suspendirt. Diese Bacterienflüssigkeit sieht ganz schwach trüblich aus (etwas stärker als in Versuch 36). Die ganze Flüssigkeit wird zerstäubt innerhalb 30 Minuten. Im Athemraume befinden sich 1 grosses Kaninchen und 8 Mäuse. — Nach 27 Stunden erlagen bereits 2, nach 36 Stunden die übrigen 6 Mäuse; das Kaninchen blieb am Leben. Bei sämmtlichen Mäusen fanden sich in der Leber reichlich Hühnercholerabacillen.

39. Versuch.

12. Januar 1888. Fütterung. Von der nämlichen Bacterienflüssigkeit, die im vorigen Versuche zerstäubt worden war, wird 1 % der verbrauchten Menge = 0,36 ccm verfüttert. Hiervon erhält 1 grosses Kaninchen 0,18 ccm = 3 Tropfen in Brodpille, und 7 Mäuse erhalten ebenfalls 3 Tropfen in Brodbrei. Sämmtliche Thiere blieben dauernd munter.

40. Versuch.

6. März 1888. Inhalation. Von einer Glycerin-Agarcultur von Hühnercholera wird der dritte Theil in 60 ccm Wasser suspendirt. Die ganze Flüssigkeit wird zerstäubt in 45 Minuten. Im Athemraume (ausnahmsweise ein grösserer Kessel von 140 l Inhalt) befanden sich 3 Kaninchen und 10 Mäuse. — Nach ca. 40 Stunden erlagen 5 Mäuse. Die übrigen Thiere blieben am Leben. In Leber und Lungen der erlegenen Mäuse fanden sich überall Hühnercholerabacillen in reichlicher Menge, durch die Cultur bestätigt. Makroskopisch zeigten sich die Lungen im ganzen intact, blass, collabirend. Aber bei 3 von diesen Mäusen wurden einzelne umschriebene rundliche 2—5 mm im Durchmesser haltende, verdichtete, aus dem übrigen collabirten hellfarbigen Lungengewebe hervortretende, dunklere Partien angetroffen: offenbar pneumonische Herde. In einer Lunge fand sich der ganze rechte Unterlappen in dieser Weise pneumonisch afficirt.

Das Resultat dieses Versuches entsprach insoferne nicht ganz unseren Erwartungen, als wir nach den bisherigen Erfahrungen, entsprechend der grösseren Menge zerstäubter Hühnercholerabacillen eine höhere Sterblichkeit unter den Versuchsthieren erwartet hatten. Möglicherweise hängt das damit zusammen, dass dieser Versuch um zwei Monate später angestellt wurde als die früheren, und dass die Culturen seitdem (durch Einfluss des Sauerstoffs auf der Agaroberfläche?) an Virulenz eingebüsst haben konnten. Dagegen scheint es uns von Wichtigkeit, nunmehr

auch bei Inhalation grösserer Mengen von Hühnercholerabacillen die Entstehung von Pneumonie constatirt zu haben. Es ist dies eine wesentliche Bestätigung für die durch Inhalation von Milzbrandstäbchen erlangten Resultate.

Die mikroskopische Untersuchung dieser pneumonischen Herde von Hühnercholera ergab massenhafte Hühnercholerabacillen, ausserordentlich viel mehr, als im umgebenden Lungengewebe zu finden waren. Diese Bacillen aber waren grösstentheils in Leukocyten eingeschlossen, ein Befund, der in den übrigen Theilen der Lunge und in der Leber der Thierchen nicht zu constatiren war. Schnitte durch diese pneumonischen Herde ergaben ein ganz analoges, an vielen Stellen ebenso intensiv ausgeprägtes Bild, wie wir es bei der Milzbrandpneumonie erhalten und dort näher beschrieben haben. Das faserstoffige Exsudat und der Zellenreichthum sind sehr stark ausgesprochen. An andern Stellen sind diese exsudativen Vorgänge geringer, aber dafür finden sich dann massenhafte Hühnercholerabacillen theils im Innern der Alveolen, theils an und in den Wandungen derselben.

Wir haben noch einen weiteren analogen Versuch, ebenfalls mit Inhalation etwas grösserer Mengen von Hühnercholerabacillen ungefähr gleichzeitig mit dem letzterwähnten angestellt. Hier erlag nur eines der Versuchsthiere, ein grosses Kaninchen, nach 60 Stunden. Aber auch dieses Thier zeigte im linken Unterlappen der im übrigen normalen Lunge pneumonische Erscheinungen und massenhafte Hühnercholerabacillen im verdichteten, stark gerötheten Gewebe.

Diese Fälle von Hühnercholera-Pneumonie liefern den **directen** Beweis dafür, dass auch bei Inhalation von Hühnercholerabacillen die Infection auf dem Athemwege erfolgt.

Es erübrigt jetzt noch die Mittheilung des zum 40. Versuche gehörigen Controlfütterungsversuches.

41. Versuch.

6. März 1888. Fütterung. Von der nämlichen Bacillenflüssigkeit, die im 40. Versuch zerstäubt worden war, wird $^1/_2$ % der verbrauchten Menge =

0,3 ccm verfüttert. Hiervon erhalten 3 Kaninchen je 0,06 = 1 Tropfen in Brodpille, und 10 Mäuse zusammen 0,12 = 2 Tropfen in Brodbrei. Sämmtliche Thiere blieben dauernd munter.

Durch diese Versuche betrachten wir die gestellte Aufgabe auch für die Hühnercholerabacillen als erledigt. Auch für diese Infectionserreger gilt die Thatsache, dass dieselben bei disponirten Thierspecies sehr leicht durch die intacte Lungenoberfläche in's Innere des Organismus einzudringen im Stande sind. Wie beim Milzbrand begegnet auch bei Hühnercholera dieses Eindringen durch die Lungen viel geringeren Widerständen als jenes durch die Darmwand; weit kleinere Mengen können dort schon wirksam sein, die es hier noch nicht sind. Die Möglichkeit der Darminfection überhaupt soll damit keineswegs bestritten sein. Dieselbe ist eine allbekannte Thatsache, von der wir uns durch einige Fütterungsversuche mit grösseren Mengen wieder überzeugten.

Ausserdem aber ist auch für die Hühnercholerabacillen der directe Beweis ihres Eindringens auf dem Athemwege durch die mitgetheilten Fälle von Hühnercholera-Pneumonie, verbunden mit allgemeiner Hühnercholera-Infection unzweideutig geliefert.

f) Inhalation von Septikämie- und Schweinerothlauf-Bacillen.

Der Vollständigkeit halber seien auch unsere Versuche mit Inhalation von Septikämie- und Schweinerothlaufbacillen erwähnt, obwohl dieselben wenig zahlreich waren und obwohl das Resultat bei den Schweinerothlaufbacillen ein ungenügendes blieb. Wir möchten dieses ungenügende Resultat auf die geringe Virulenz der uns zu Gebote stehenden Culturen zurückführen, die seit sehr vielen Umzüchtungen in künstlichen Nährmedien fortgepflanzt worden waren. Es ist sehr wahrscheinlich, dass virulenteres Culturmaterial ein wesentlich besseres Resultat geben würde. Sehen wir doch, dass auch die Infection vom Darmkanale aus mit künstlich cultivirten Schweinerothlaufbacillen bisher keinem der Experimentatoren gelingen wollte, während die Verfütterung natürlicher Rothlaufstoffe, in denen die Bacillen ihre ursprüngliche Virulenz besitzen, sehr leicht zur Ansteckung führt.

Die Septikämie-Bacillen, mit denen wir den Versuch anstellten, waren diejenigen der Davaine'schen, später von Koch und Gaffky näher studirten Septikämie der Kaninchen.

42. Versuch.

23. Februar 1888. Inhalation. Eine Glycerin-Agarcultur von Septikämie-Bacillen wird abgestreift und suspendirt in 36 ccm Wasser. Die ganze Flüssigkeit wird zerstäubt in 30 Minuten. Im Athemraume befanden sich 2 Kaninchen und 10 Mäuse. — Hiervon erlagen 1 Maus nach 40 Stunden, 3 weitere Mäuse und 1 Kaninchen nach 60 Stunden. Bei allen diesen Thieren zeigten sich die Lungen intact, hellfarbig, collabirend. Nur bei einer Maus fand sich eine kleine, hämorrhagische Stelle in der Lunge. Mikroskopisch fanden sich in den Lungen und in den inneren Organen, besonders Leber, überall die Septikämie-Bacillen. Dieselben wurden auch durch Cultur bestätigt.

43. Versuch.

23. Februar 1888. Fütterung. Controlversuch zum vorigen. Von der nämlichen Bacterienflüssigkeit, welche dort zur Zerstäubung gedient hatte, wird 1/2 % der verbrauchten Menge = 0,18 ccm (3 Tropfen) verfüttert an 2 Kaninchen (Brodpillen) und 5 Mäuse (Brodbrei). Sämmtliche Thiere blieben dauernd munter.

44. Versuch.

19. Januar 1888. Inhalation. 45 ccm einer Reincultur von Schweinerothlaufbacillen in Fleischwasserpeptonlösung wurden zerstäubt innerhalb 30 Minuten. Im Athemraum befanden sich 1 Kaninchen und 8 Mäuse. — Hiervon erlag nur eine Maus nach ca. 40 Stunden. In den inneren Organen dieses Thierchens fanden sich reichlich die schmalen, feinen Bacillen; besonders lieferte die Lunge sehr schöne Schnittpräparate, in denen sich eine Menge von Zellen, vollgepfropft mit Bacillen, vorfand. Plattenculturen dieser Lunge ergaben sehr zahlreiche Colonien von Rothlaufbacillen.

Die übersichtliche Zusammenfassung der Resultate dieser Versuche mit Hühnercholera- und Septikämie-Bacillen wird im nächsten Abschnitte gegeben werden. Ausserdem wird auch ein Versuch mit Inhalation von Rotzbacillen dort zur Mittheilung gelangen.

IV. Specielle Bedingungen des Durchtrittes von Infectionserregern durch die intacte Lungenoberfläche.

Von

H. Buchner.

Die voranstehenden Untersuchungen haben als allgemeines Resultat die Passirbarkeit der intacten Lungenoberfläche für

gewisse Infectionserreger ergeben. Im Folgenden sollen einige specielle Punkte näherer Erörterung unterzogen werden. Es fragt sich vor allem: auf welche Weise vollzieht sich der Durchtritt durch die Lunge? Ferner: welche Bedingungen begünstigen, welche verhindern denselben? Bei welchen Arten von Infectionserregern ist die Möglichkeit des Durchtritts anzunehmen, bei welchen anderen dagegen auszuschliessen?

a) Art und Weise des Durchtrittes durch die Lungenoberfläche.

Zuvörderst möge es gestattet sein, eine gedrängte Uebersicht der hauptsächlichsten Resultate der mit Milzbrand, Hühnercholera und Septikämie angestellten Inhalations- und Fütterungsversuche voranzuschicken.

	Inhalation				Fütterung		
	eingeathmet haben	an Milzbrand etc. erlagen	an Pneumonie erlagen	lebend geblieben	gefüttert wurden	an Milzbrand etc. erlagen	lebend geblieben
Trockne Verstäubung Milzbrand-Sporen	63	49	5	9	33	4	29
Nasse Zerstäubung Milzbrand-Sporen, „ -Stäbchen	27	23	—	4	10	3	7
Hühnercholera, Kaninchenseptikämie	50	24	—	26	36	—	36
Summe:	140	96	5	39	79	7	72
		= 68,6 %				= 8,9 %	

Dieses, gewissermaassen statistische Gesammtresultat besitzt, so anschaulich dasselbe ist, immerhin nur einen beschränkten Werth. Dasselbe lehrt allerdings, dass bei unseren Versuchen die Inhalation wesentlich gefährlicher war als die Fütterung, und zwar im Verhältnis von 68,6 zu 8,9. Allein man darf diesen Verhältniszahlen durchaus keine stricte Gültigkeit zumessen in

dem Sinne, dass die Einathmung nun wirklich etwa 8 mal gefährlicher sei, als die Verfütterung des nämlichen Infectionserregers. In dieser Weise kann nicht gefolgert werden, weil bei den meisten Fütterungsversuchen viel zu viel und bei weitem mehr verfüttert wurde, als zum Vergleiche eigentlich nothwendig gewesen wäre. Ich erinnere beispielsweise an Versuch Nr. 28 mit Fütterung von maximalen Sporenmengen, bei dem 3 Meerschweinchen erlagen. Dieser einzige Versuch erhöht die Verhältniszahl der infolge von Fütterung erlegenen Thiere von 5,1 auf 8,9 %.

Also die Fütterung erscheint nach dieser Statistik in einem zu ungünstigen, die Inhalation aber umgekehrt in einem zu günstigen Lichte, wobei nur an die Inhalationsversuche mit minimalen Mengen von Infectionserregern erinnert sei, bei denen die untere Grenze für die Wirksamkeit dieses Infectionsmodus ermittelt werden sollte. Würde man eine grosse Zahl von Inhalationsversuchen mit etwas grösseren Quantitäten von Milzbrandsporen anstellen, dann wäre es gewiss ausführbar, eine Mortalität von 100 % zu erlangen. Allein was hätte das für einen Werth?

In den früheren Abschnitten wurde bereits mehrfach darauf hingewiesen, dass zum vollkommen befriedigenden Beweis für die Passirbarkeit der Lunge eine derartige Statistik, und wenn sie auch 100 % Mortalität ergeben sollte, nimmermehr genügen kann. Wir haben uns deshalb bemüht, directe Beweise zu erbringen, und das ist in der That vollständig gelungen. Ich erinnere an die im II. Abschnitt mitgetheilten Untersuchungen der Lungen der Inhalationsthiere mittels Plattenculturen, welche in zahlreichen Fällen ausgeführt wurden, und welche ergaben, dass in den Lungen eine Vermehrung der reichlich eingeathmeten Infectionserreger stattgefunden hatte.

Der directeste Nachweis aber für das Eindringen auf dem Lungenwege wurde durch die mikroskopische Untersuchung der Lungen von Inhalationsthieren erbracht, die 20 bis 24 Stunden nach der Inhalation, zur Zeit des eben beginnenden Infectionsprocesses getödtet worden waren. Darin, dass dieser Nachweis in zwei völlig unabhängigen Versuchsreihen,

bei der trocknen Verstäubung und dann wieder bei der Inhalation auf nassem Wege in gleich vollkommener Weise geführt werden konnte, erblicke ich den unumstösslichen Beweis für die Thatsache der Passirbarkeit der Lungenoberfläche für Infectionserreger.

Die bei der ersten Versuchsreihe erhaltenen Präparate (Taf. 1 Fig. 2) unterscheiden sich aber von den bei nasser Zerstäubung erlangten (Taf. 1 Fig. 4) ganz entschieden dadurch, dass bei ersteren ein Eingeschlossensein von Milzbrandbacillen in Blutcapillaren nirgends zu constatiren war, während gerade dieser Befund die Präparate der zweiten Versuchsreihe charakterisirte. Wir haben es also offenbar mit zwei verschiedenen, auf einander folgenden Stadien des Processes zu thun, die hier in ihren Einzelheiten klar vor unseren Augen liegen. Zuerst keimen die Milzbrandsporen aus, dann gibt es ein Stadium, wo sich kleine Gruppen von Bacillen auf der Alveolarwand und in gewissen Schichten derselben zwischen und unter den Alveolarepithelien finden; dann aber, im zweiten Stadium findet man einzelne herdweise Ansammlungen von grösseren Mengen von Milzbrandbacillen im Lungengewebe, und diese Bacillen liegen bereits grösstentheils in den Bahnen der Blutcapillaren eingeschlossen.

Es fragt sich jetzt bloss: wie und auf welchem Wege hat sich dieser Uebertritt in die Blutbahnen vollzogen? Denkbar sind hiefür nur drei Möglichkeiten, von denen die eine allerdings im vorhinein als ausgeschlossen bezeichnet werden muss. Wir wollen dieselbe trotzdem mit einigen Worten erörtern.

Es wäre zunächst denkbar, dass die in den Lungencapillaren vorgefundenen Bacillen gar nicht von den Sporen abstammen, welche bei der Inhalation in die Alveolen aufgenommen wurden, sondern von anderen, die während des Inhalationsversuches zufällig verschluckt wurden. Hiergegen spricht vor allem die Kürze der Zeit ($23\frac{1}{2}$ Stunden) zwischen Inhalation und Tödtung des Thieres. Der Versuch mit maximaler Sporenfütterung bei Meerschweinchen hatte ergeben, dass alle Thiere erst nach dem vierten Tage erlagen. Es ist daher unmöglich, dass vom Darme

aus schon nach 23 Stunden beträchtliche Herde in der Lunge erzeugt werden. Wenn sogar maximale Sporenmengen so lange Zeit gebrauchen, um nach Durchwanderung des Magens vom Darmkanale aus im Körper einen Infectionsprocess einzuleiten, dann können die minimalen Quantitäten, welche etwa zufällig verschluckt wurden, nicht in doppelt so kurzer Zeit das nämliche bewirken. Ueberhaupt ist aber die Möglichkeit einer Infection vom Darm aus durch solche minimale Quantitäten absolut zu bestreiten. Die Plattenculturen der Milz ergaben ausserdem das vollkommene Fehlen von Milzbrandbacillen, woraus auf Freisein des grossen Kreislaufs und des Gesammtorganismus geschlossen werden darf. Allem nach muss die Annahme einer Verschleppung in die Lunge von irgend einer anderen Stelle her, speciell vom Darmkanale aus, somit entschieden zurückgewiesen werden.

Alsdann bleibt nur der Ausweg, die innerhalb der Capillaren vorgefundenen Bacillen direct von den inhalirten Sporen abzuleiten. Hier sind nun zwei Möglichkeiten vorhanden: entweder handelt es sich um Transport auf dem Lymphwege nach den Bronchialdrüsen, von wo die Keime in's Blut und dann zunächst wieder in den kleinen Kreislauf gelangen konnten — oder es handelt sich um directen Uebertritt in die Blutbahn.

Diese beiden Möglichkeiten schliessen sich gegenseitig nicht aus. Beide Wege können vielleicht gleichzeitig betreten werden. Für den Lymphweg spricht zunächst das Resultat der Untersuchungen von Muskatblüth, der 17 Stunden nach der Injection von Milzbrandbacillen in die Trachea reichliche Bacillen in den Bronchialdrüsen nachzuweisen vermochte. Ferner spricht hierfür das im I. Abschnitt erörterte Resultat der Untersuchungen Arnold's über Staubinhalation, bei denen innerhalb weniger Stunden bereits der Uebertritt inhalirter Staubkörperchen in die Bronchialdrüsen nachgewiesen werden konnte.

Ein rascher Uebergang inhalirter Milzbrand-Sporen oder -Stäbchen in die Bronchialdrüsen ist sohin unzweifelhaft möglich. Aber es fragt sich, wie langer Zeit bedarf es, bis von dort dann ein Uebertritt in die Blutbahn zu erfolgen vermag? Auch hierauf glaubte Muskatblüth eine Antwort

gefunden zu haben, indem er angibt, dass bei Thieren, die der trachealen Milzbrandinfection nach 48 Stunden erlegen waren, in den Bronchialdrüsen keine Milzbrandbacillen mehr zu finden waren. Folglich mussten dieselben, so schliesst er, bereits wieder weitergewandert und in die Blutbahn übergetreten sein. Es ist jedoch klar, dass ein solcher negativer Befund einen bestimmten Schluss noch keineswegs gestattet. Es wäre ja auch möglich, dass die Milzbrandbacillen, welche 17 Stunden nach der Injection in den Bronchialdrüsen noch nachweisbar waren, 30 Stunden später deshalb nicht mehr gefunden werden konnten, weil dieselben in den Bronchialdrüsen zu Grunde gegangen waren. Muskatblüth schliesst auf eine Weiterwanderung eben nur deshalb, weil er die Bacillen später in der Blutbahn vorfand. Allein dieser Befund beweist deshalb nichts für den angenommenen Zusammenhang, weil noch eine weitere Möglichkeit für den Uebertritt in die Blutbahnen existirt.

Was ferner die Verhältnisse bei der Staubinhalation betrifft, so sprechen dieselben entschieden zu Ungunsten eines raschen Durchtritts durch die Bronchialdrüsen. Denn hier ist das Zeitintervall zwischen Aufnahme von Staubtheilchen in die Bronchialdrüsen und Abgabe aus denselben sogar unendlich gross, d. h. die Bronchialdrüsen fungiren als vollkommen dichte Filter, die überhaupt keine Passage gestatten. Bei Infectionserregern trifft das allerdings meines Erachtens nicht zu, wie bereits im I. Abschnitt erörtert wurde. Aber für so leicht darf man die Passage doch auch nicht halten, dass dieselbe schon im Zeitraum einiger Stunden sich vollziehen könnte, sondern es wird immer gewisser krankhafter Veränderungen in den Lymphdrüsen bedürfen, um den Durchtritt zu ermöglichen. Das stimmt wenigstens mit unseren klinischen Erfahrungen über die Betheiligung von Lymphdrüsen bei Infectionsprocessen am Menschen überein.

Auf Grund dieser Darlegungen möchte ich es somit für ausgechlosssen erklären, dass die in den Blutcapillaren in unseren Präparaten vorgefundenen Milzbrandbacillen auf dem Umwege der Lymphbahnen und Bronchialdrüsen, schliesslich des kleinen Kreislaufes dorthin gelangt sein konnten. Die Kürze der Zeit,

welche hierzu verfügbar gewesen wäre, scheint mir entschieden dagegen zu sprechen. Denn die Grösse der in der Lunge aufgefundenen Herde beweist, dass hier schon seit einer Reihe von Stunden Vermehrung stattgefunden haben musste.

Somit bleibt nur die Möglichkeit des directen Uebertritts der aus den inhalirten Sporen herangewachsenen Bacillen in die Blutbahn noch übrig, und diese Annahme ist in der That die nächstliegende und, wie ich glaube, die einzig berechtigte. Es hiesse den Erscheinungen Zwang anthun, wenn man dieselben anders erklären wollte. Dass bei der Inhalation die Sporen bis in die Alveolen gelangten, ist nach allen unseren Untersuchungen sicher; dass hier dann Auskeimung stattfindet, beweisen die mikroskopischen Präparate aus den Versuchen mit trockener Sporeninhalation. Da wir nun aber 23½ Stunden nach der Einathmung bereits grössere Herde im Lungengewebe und der Blutbahn vorfinden, so muss darauf geschlossen werden, dass hier an Ort und Stelle der Uebertritt erfolgt ist. Wenigstens kann man behaupten, dass sich ein directerer Beweis für den Uebergang überhaupt niemals wird erbringen lassen. Den Moment des Uebertritts selbst wahrzunehmen, das wird, wie bereits im vorhergehenden Abschnitte bemerkt wurde, mit irgendwelcher Zuverlässigkeit nie möglich sein.

Nachdem nun aber die positiven anatomischen Anhaltspunkte für den directen Uebertritt in die Blutbahn vorliegen, muss man doch fragen, ob denn die Annahme eines solchen Uebertritts etwas so fernliegendes enthält, dass man sich erst in letzter Linie, gewissermaassen nur im Nothfalle dazu entschliessen dürfte. Dies ist keineswegs der Fall. Im Gegentheil, wenn man die Eigenschaften der Wandung der Blutcapillaren und anderseits die Eigenschaften der Milzbrandbacterien in Betracht zieht, so ist die Wahrscheinlichkeit eines solchen Uebertritts von vorneherein sehr naheliegend. Es handelt sich durchaus nicht um ein Durchbohren durch die Wandung, wie man früher gemeint hat, sondern es handelt sich um ein Hindurchwachsen durch Lücken, welche in der Gefässwand unter dem Einfluss krankhafter Reize entstehen. Die nämlichen Lücken, welche bei

jeder beginnenden entzündlichen Reizung den Leukocyten und rothen Blutkörperchen den Durchtritt nach aussen verstatten, offenbar bedingt durch eine geringe Retraction des Plasma der Endothelien, dieselben Lücken müssen auch entstehen können, wenn ein Infectionserreger in nächster Nähe der Gefässwand lagernd hier seine chemische Thätigkeit ausübt. Die Production giftiger Substanzen muss hier für eine minimalste Stelle das nämliche bewirken können, was sonst der entzündliche Reiz in der Regel auf grösseren Gebieten hervorruft. Wenn aber nur die kleinste Lücke gegeben ist, vermögen Bacterien bei ihrer ausserordentlichen Kleinheit hindurchzuwachsen.

Darin, dass dieses Hindurchdringen schliesslich auf einer activen Thätigkeit der Bacterien, auf Wachsthum und Vermehrung beruht, liegt der Grund, weshalb inhalirte Stäubchen von Kohle etc. niemals in die Blutbahn eintreten können. Es existirt eben kein Flüssigkeitsstrom und kein mechanischer Transport in dieser Richtung. Ebensowenig können nicht-pathogene Bacterien, wenn sie auch in die Alveolen gelangt sind, jemals den Weg durch die Capillarwand zurücklegen, einfach deshalb, weil sie nicht im Stande sind, in den Geweben und Flüssigkeiten des Körpers sich zu vermehren. In der Regel dürften dieselben ausserdem, bevor eine etwaige langsame Vermehrung erfolgen könnte, durch Phagocyten aufgenommen und auf diese Weise beseitigt werden.

Um kein Missverständnis hervorzurufen, sei nochmals betont, dass diese Annahme eines directen Uebertritts in die Blutbahnen den anderen Weg durch Vermittelung der Lymphbahnen und Bronchialdrüsen nicht ausschliessen soll. Beide Wege können gleichzeitig betreten werden. Der Transport auf dem Lymphwege bis in die Bronchialdrüsen, welcher ein rein mechanischer Vorgang ist, muss jedenfalls auch bei pathogenen Bacterien stattfinden können, geradesogut wie bei leblosen Kohlensplittern, Zinnoberkörnchen u. s. w. und die Versuche von Muskatblüth haben ja bewiesen, dass bei Milzbrandbacterien ein Transport bis dahin stattfindet. Ebenso müssen auch nicht-pathogene Bacterien, sowie sie in der gewöhnlichen Athemluft als Stäubchen vorkommen,

bis in die Bronchialdrüsen verschleppt werden können. Hier aber wird sich dann ein grosser Unterschied zeigen; während die leblosen Stäubchen und die nicht-pathogenen Bacterien vollkommen zurückgehalten werden, wobei letztere früher oder später zu Grunde gehen und resorbirt werden, dürfte dieses Schicksal den pathogenen Bacterien nicht immer und nicht immer in gleichem Maasse zu Theil werden. Es soll also durchaus nicht geleugnet werden, dass eine Durchtrittsmöglichkeit auf diesem Wege für pathogene Bacterien existirt, sondern es sollte nur festgestellt werden, welcher Weg in unserem Falle, bei unseren Präparaten, als der wirklich betretene, angenommen werden muss, und das kann nach den vorstehenden Erörterungen eben nur derjenige des directen Uebertritts in die Blutbahn sein.

Der Durchtritt von Bacterien durch die intacte Lungenoberfläche ist stets und unter allen Umständen ein **activer** Vorgang. Dieser Satz kann als eines der wichtigsten Resultate unserer Untersuchungen bezeichnet werden. Insoferne hat Flügge in gewissem Sinne Recht, wenn er die »intacte« Lungenfläche als unpassirbar bezeichnet. Denn in demselben Augenblick, wo ein actives Durchdringen stattfindet, ist eben die »Intactheit« aufgehoben. Ein rein mechanischer Transport und Durchtritt findet nicht statt; hierfür sind alle Pforten bei intacter Lungenoberfläche verschlossen, ebensogut für nicht-pathogene Bacterien wie für leblose Stäubchen. Aber es hätte keinen Werth, wenn man die »Intactheit« in diesem Sinne definiren wollte.

Dagegen bedarf der Begriff der »pathogenen« Bacterien nothwendig einer näheren Definition mit Rücksicht auf diese Verhältnisse, weil durch die unbestimmte Fassung desselben Missverständnisse bereits hervorgerufen wurden und ohne Zweifel von neuem entstehen würden.

Flügge und dessen Schüler Wyssokowitsch, sowie in neuester Zeit Lähr, der unter Leitung Ribbert's seine schönen und lehrreichen Versuche ausführte, haben »pathogene« Bacterien auf die Lungenoberfläche gebracht und dennoch einen Durchtritt nicht constatiren können. Die »pathogenen Bacterien, mit denen

experimentirt wurde, waren der Staphylococcus pyogenes aureus und dann Typhusbacillen; als Versuchsthiere dienten Kaninchen. Nun ist es allerdings Thatsache, dass Typhusbacillen, wenn sie in grösseren Quantitäten in die Blutbahn oder in die Peritonealhöhle von Kaninchen eingeführt werden, den Tod dieser Thiere herbeiführen. Allein wo liegt bisher ein sicherer Beweis dafür vor, dass diese Bacillen im Organismus des Kaninchens unter solchen Bedingungen sich vermehren? Im Gegentheil ist man ziemlich allgemein zu der Anschauung gelangt, dass es nur die Giftwirkung ist, welcher die Thiere erliegen. Wenn aber auch bei Injection grösserer Mengen von Typhusbacillen eine geringe Vermehrung in dem durch die Intoxication krankhaft beeinflussten, geschwächten Thierkörper stattfinden sollte, so wäre damit noch lange nicht bewiesen, dass auch einzelne Typhusbacillen, ohne die unterstützende Wirkung der Intoxication zu einer Vermehrung befähigt seien. Man wird also durchaus nicht erwarten dürfen, dass einzelne Typusbacillen, wie sie bei der Inhalation in die Lungen gelangen, zu einem activen Uebertritt in die Blutbahn daselbst befähigt seien. Derartige Versuche bei einer für Typhusbacillen nicht disponirten Thierspecies, wie es die Kaninchen sind, lassen daher von vorneherein nur ein negatives Resultat erwarten, und es kann nicht Wunder nehmen, dass Flügge dieses Resultat thatsächlich erlangt hat.

Sehr ähnlich liegen die Verhältnisse auch beim Staphylococcus pyogenes aureus, der allerdings für Kaninchen pathogen ist, aber nur bei Einverleibung etwas grösserer Mengen. In diesem Falle kann eine Vermehrung im Thierkörper zweifellos erfolgen, es kommt entweder zu localer Abscessbildung mit reichlicher Vermehrung des Staphylococcus im Eiter oder zu den bekannten Localisationen in der Niere, wo dann ebenfalls Vermehrung stattfinden kann. Aber kleine Mengen und gar vereinzelte Staphylococcus-Zellen sind nicht im Stande, bei einem gesunden Kaninchen Vermehrung und Infection zu bewirken. Dafür haben die Untersuchungen von Grawitz und de Bary neuerdings Beweise beigebracht [1]), so

1) P. Grawitz und W. de Bary: Ueber die Ursachen der subcutanen Entzündung und Eiterung. Virchow's Archiv 1887 Bd. 108 Heft 1 S. 67.

dass diese Forscher sogar zu dem Resultate gelangen, der Staphylococcus sei nur dann existenz- und vermehrungsfähig im Körper, wenn durch seine eigenen Zersetzungsstoffe oder andere geeignete Mittel (Liq. Ammon. caust. oder Zersetzungsstoffe von Bacillus prodigiosus) der Boden für seine Ansiedlung vorbereitet ist.

Auch der Staphylococcus aureus ist daher nicht im höheren Sinne infectiös für Kaninchen, sowie es etwa Milzbrand- oder Hühnercholerabacillen sind, von denen jedes einzelne Individuum unter Umständen zu einer Infection führen kann. Für andere, stärker disponirte Thierspecies könnte sich die Sache möglicherweise anders verhalten, ebenso auch für den Menschen, besonders für den kranken Menschen, wenn die Bedingungen ähnliche sind, wie sie beim Kaninchen durch die Injection von Ammoniakflüssigkeit etc. hervorgerufen werden können. Aber beim gesunden, intacten Kaninchen werden vereinzelte Staphylococcuszellen keine Vermehrung zeigen und daher nicht im Stande sein, die intacte Lungenoberfläche durch active Thätigkeit zu passiren. Die negativen Resultate mit Staphylococcus von Flügge und Lähr bezüglich Passirbarkeit der Lunge erklären sich hieraus ohne weiteres.

b) Bedingungen, welche den Durchtritt durch die Lunge verhindern.

Es kommt noch ein weiterer Punkt bezüglich der Untersuchungen von Lähr in Frage. Dieselben wurden nicht mit Inhalation, sondern mit Injection von Staphylococcus-Aufschwemmung in die Trachea (je 3 ccm) ausgeführt. Nun ist das anscheinend ein sehr wenig eingreifendes Verfahren, aber einen Reiz bedingt es eben doch, wenn Flüssigkeit in die feineren Bronchialverzweigungen gelangt und in die Alveolen aspirirt wird, besonders wenn diese Flüssigkeit Zersetzungsstoffe von Staphylococcus, wenn auch nur in geringer Menge enthält. Schon nach 8 Stunden fand denn auch Lähr die sämmtlichen Staphylococcen in Zellen, theils in Leukocyten, theils in Epithelien eingeschlossen. Diese reichliche Auswanderung farbloser Blutkörperchen und Desquamation von Epithelien muss unbedingt grossentheils auf

den Reiz bezogen werden, welchen die Injection von Flüssigkeit hervorrief. Dass hierdurch die Aussichten für ein actives Eindringen des Staphylococcus in die Blutbahn noch mehr vermindert werden, ist ohne weiteres klar. In der That hat ja Lähr den interessanten und wichtigen Nachweis erbracht, dass die von Phagocyten aufgenommenen Staphylococcen in diesen, und namentlich gerade in den Epithelien, ziemlich rasch zu Grunde gehen.

Je grösser die Reizung des Lungengewebes ausfällt, um so geringer werden die Aussichten für eine Passirbarkeit der Lunge. Das entspricht durchaus und erklärt sich aus dem activen Charakter des Durchtritts. Bereits im II. Abschnitt gegenwärtiger Untersuchungen, als es sich um die Entstehung von Pneumonie bei trockener Sporeninhalation handelte, wurden hierfür Belege beigebracht. Weitere Beweise lieferten die im III. Abschnitt mitgetheilten Versuche über die Inhalation von Milzbrandstäbchen. Der Reiz im Lungengewebe war hier kein mechanischer, sondern ein infectiöser, durch die Masse der gleichzeitig in Wirksamkeit tretenden Bacillen bedingt. Die Folge war eine höchst intensive Pneumonie und die weitere Folge dieser eine auffallende Verzögerung der Gesammtinfection des Körpers mit Milzbrand, trotz der colossalen Menge von Bacillen, welche in den Lungen zugegen waren. Ich erinnere an die dort mitgetheilten Befunde, wonach die Milz bei diesen Thieren sehr klein und nur vereinzelte Milzbrandbacillen enthaltend angetroffen wurde. Man hätte umgekehrt erwarten sollen, dass hier, wo gleich bei der Inhalation so grosse Massen von Milzbrandbacillen in die Lungen gelangten und eine so heftige primäre Localisation entstand, recht frühzeitig und reichlich der Uebergang in's Blut und den Gesammtorganismus stattfinden müsse. Aber diese Voraussetzung wäre falsch gewesen. Im Gegentheile hat die pneumonische Reizung den Uebertritt offenbar gehemmt und verzögert.

Diese Gesichtspunkte erklären auch den negativen Ausfall neuester Versuche von Hildebrandt, der im Königsberger pathologischen Institut eine ausgedehnte Experimentaluntersuchung über das Verhalten der in die Luftwege eindringenden Infections-

organismen anstellte [1]). Nach einem Bericht von Baumgarten (pathologische Mykologie II. Hälfte S. 455) gelang es bei diesen Versuchen nicht, »Kaninchen durch intratrachealen Import selbst von relativ colossalen Mengen von Milzbrandbacillen oder -Sporen erfolgreich zu inficiren; Meerschweinchen wurden zwar meist nach der gleichen Applicationsweise des Virus milzbrandig, indessen war das positive Versuchsergebnis hier nicht rein, weil wegen heftiger und anhaltender Regurgitation der injicirten Flüssigkeit das Zustandekommen eines verbreiteten Anthrax des Halszellgewebes nicht verhütet werden konnte«. Nach dieser Beschreibung kann gar nicht daran gezweifelt werden, dass viel zu grosse Mengen von Milzbrandflüssigkeit bei diesen Versuchen verwendet wurden. Obwohl im allgemeinen der Satz richtig ist, dass grosse Mengen dort noch wirksam sein können, wo kleine Quantitäten ihre Wirksamkeit versagen, so gilt diese Folgerung doch nicht überall, auch nicht im Gebiete der Infectionslehre. Wenn bei unseren Versuchen schon die Inhalation in der Luft schwebender Milzbrandbacillen einen so kräftigen Reiz ausübte, dass dadurch heftige Pneumonie erzeugt und der Uebertritt der Bacillen in's Blut wesentlich behindert wurde, dann ist es sicher, dass bei den Versuchen von Hildebrandt, wo sogar anhaltende Regurgitation der Milzbrandflüssigkeit vorkam, dieser Reiz ein so intensiver wurde, dass hieraus die vollkommene Verhinderung des Durchtritts durch die Lunge sich zur Genüge erklärt. Der Unterschied dieser Versuche von Hildebrandt gegenüber jenen von Muskatblüth dürfte gerade in den injicirten Quantitäten zu erblicken sein, die bei letzterem Forscher nach seiner Angabe nur 0,2 bis 0,3 ccm betrugen. Vermuthlich ist das gerade das Maximum, wobei noch ein positiver Erfolg bezüglich des Durchtritts zu erhoffen steht.

Auch die mit Milzbrand bisher angestellten Experimente bestätigen somit den bereits von Lähr und Ribbert auf Grund ihrer Untersuchungen formulirten Satz, dass die Entzündung der Lunge einen für den Gesammtorganismus nützlichen Vorgang bedeutet, indem sie das Eindringen der

---

1) Die Arbeit ist noch nicht publicirt.

Infectionserreger durch die Lungen in's Innere des Körpers verhindert. Jedenfalls spielt hierbei die Thätigkeit der Phagocyten eine Hauptrolle, wenn auch ohne Zweifel noch andere Veränderungen in einem entzündeten Gewebe vor sich gehen können, welche die Vermehrung eingedrungener Bacterien zu verhindern im Stande sind. Die Phagocyten aber werden um so zahlreicher und energischer in Thätigkeit treten, je grösser die entzündliche Reizung ausfällt. Die Inhalation isolirter Keime, die ohne jede reizende Nebenwirkung von der Alveolarwand aus ihre Vermehrung beginnen und in die Blutbahn einwandern können, mag daher in vielen Fällen ein wesentlich gefährlicherer Infectionsmodus sein, als die Einspritzung grösserer Mengen des nämlichen Infectionserregers, wenn dadurch eine heftige Reizung bedingt ist. Ja sogar bei der Inhalation wird es eine Grenze, ein Optimum der wirksamen Quantität geben, jenseits dessen die entstehende Reizung den Erfolg bezüglich des Durchtritts durch die Lunge wiederum beeinträchtigt. Unsere Versuche mit Inhalation von Milzbrandstäbchen beweisen das, und auch Versuch 40 mit Hühnercholerabacillen zeigt, dass bei Inhalation grösserer Mengen entzündliche Reizung der Lungen bewirkt werden kann, welche ohne Zweifel bei stärkerer und allgemeiner Ausbreitung in diesem Sinne hemmend wirken könnte. Bei Inhalation von Sporen wird das viel weniger in Betracht kommen, weil diese, so lange sie nicht ausgekeimt sind, eine reizende Wirkung nicht zu üben vermögen. Aber bei Anwendung vegetativer Zustände von pathogenen Spaltpilzen zu Inhalationsversuchen, welche einen Durchtritt durch die Lunge erweisen sollen, wird man bezüglich der Quantität diejenigen Versuchsbedingungen einzuhalten haben, welche wir bei unseren Versuchen angewendet haben, wenn man günstige Resultate erhalten will.

Vollkommen in Uebereinstimmung mit diesen Erörterungen steht, dass wir in unseren Lungenschnitten aus der Zeit der beginnenden Milzbrandinfection bei Sporeninhalation keinerlei Reizungserscheinungen, keine Phagocyten und keinen Einschluss von Milzbrandstäbchen in Zellen wahrgenommen haben. Gerade deshalb, weil keine Reizung eintrat, weil die Infection sich

gewissermaassen in den Organismus des Thieres hineinschlich, haben diese Inhalationsversuche ein so promptes Resultat ergeben. Denn an und für sich ist beim Milzbrand des Meerschweinchens das Eingeschlossensein von Bacillen in Stäbchen durchaus keine normale Erscheinung; im Gegentheil findet man bei milzbrandigen Thieren die Stäbchen immer frei, und man bemerkt hier nichts von Phagocytose. Nur bei einem mit Reizung verbundenen Infectionsmodus können Einschlüsse zu Stande kommen, und das ist eben der Fall, wenn Milzbrandstäbchen zugleich mit einer reizenden Flüssigkeit dem Lungengewebe einverleibt werden, wie das bei den Versuchen von Muskatblüth geschah. Hier finden sich dann reichliche Zelleinschlüsse, weil entzündliche Erscheinungen bewirkt sind, und weil ausserdem ein beträchtlicher Theil dieser von aussen eingeführten, nicht im Thierorganismus selbst und unter den dortigen Bedingungen erwachsenen Stäbchen ungeeignet ist, einen erfolgreichen Kampf mit den Phagocyten zu führen. Diese letzteren fallen daher den Phagocyten zum Opfer und bleiben für den Infectionsvorgang ausser Betracht. Die freien Stäbchen dagegen, von denen Muskatblüth ja ebenfalls eine stattliche Zahl vorfand, sind befähigt, sich weiter zu vermehren und den Infectionsprocess einzuleiten.

c) Welche Arten von Infectionserregern sind geeignet zum Durchtritt durch die intacte Lungenoberfläche?

Wir haben schliesslich die Frage zu erörtern, welche Infectionserreger, gleich den Milzbrand- und Hühnercholerabacillen u. s. w. in diesen Untersuchungen, voraussichtlich im Stande sein werden, die intacte Lungenoberfläche zu passiren?

Vor allem geeignet werden hierzu sein die Blutparasiten, d. h. diejenigen Infectionserreger, welche im Blute zu leben und sich zu vermehren im Stande sind. Der Grund hierfür ist einleuchtend, da diese allein befähigt sein können, den directen, activen Uebergang in die Blutbahnen der Lunge, wie er in diesen Untersuchungen für die Milzbrandbacillen nachgewiesen wurde, zu bewerkstelligen. Alle anderen Infectionserreger sind von diesem Modus des Uebertritts vollkommen aus-

geschlossen. Denn, wie sollten Bacterien auf andere Art in die Haargefässe eines intacten Gewebes eindringen können, als dadurch, dass sie eben durch Lücken der Wandungen derselben hineinwachsen, d. h. im Blute selbst sich, wenn auch zunächst nur auf minimalstem Raume vermehren?

Zu dieser Kategorie der Blutparasiten gehören vor allem die Milzbrandbacillen, die Bacillen der Mäuse- und Kaninchen-Septikämie, des Schweinerothlauf's, der Hühnercholera. Für alle diese besteht ohne Zweifel die Möglichkeit des directen Uebertritts in die Lungencapillaren bei allen disponirten Thierspecies. Bei den Milzbrandbacillen möge auf diese Thatsache hinsichtlich der natürlichen Entstehung des Milzbrandes bei Rind, Pferd, Ziege und Schaf, bei den Rothlaufbacillen hinsichtlich der natürlichen Entstehung des Schweinerothlaufs besonders aufmerksam gemacht sein. Es wäre von hohem Werth, namentlich mit Milzbrandsporen derartige Inhalationsversuche bei grösseren Thieren anzustellen. An ihrem positiven Ergebnisse wäre von vorneherein nicht zu zweifeln, und die Schwierigkeit läge nur darin, die Darminfection durch zufällig verschluckte Sporen, die sich bei den Nagern mit aller Sicherheit ausschliessen lässt, auch bei diesen für Fütterungsmilzbrand mehr disponirten Thieren mit absoluter Gewissheit auszuschalten, was indess ebenfalls ausführbar ist. Der Weg würde wiederum darin bestehen müssen, dass man darthut, eine bestimmte geringe Sporenquantität sei auf dem Fütterungswege unwirksam, während die gleiche Menge bei Zerstäubung und Einathmung tödtliche Milzbrandinfection bewirkt. Höchst wahrscheinlich genügt auch bei den Wiederkäuern, in ähnlicher Weise wie bei den Nagern, zur Infection auf dem Lungenwege schon eine viel geringere Sporenmenge als auf dem Wege der Fütterung. Ausserdem wäre auch der directe Beweis für die Lungeninfection zu führen.

So lange solche Versuche an Wiederkäuern, besonders an Hämmeln, nicht ausgeführt sind, fehlt der absolut sichere Beweis für die Möglichkeit der Infection dieser Thiere auf dem Athemwege. Aber per analogiam darf schon jetzt geschlossen werden,

dass diese Möglichkeit existirt. Da fragt es sich nun, ob nicht auf diese Weise ein vielleicht beträchtlicher Theil der Fälle von Spontanmilzbrand zu erklären sei? Gelegenheit zur Zerstäubung von Milzbrandsporen auf nassem oder trockenem Wege und somit zur Einathmung wird oft genug vorhanden sein. Man könnte jedoch einwenden, dass die Frage des Spontanmilzbrandes bereits entschieden und dieser ein für allemal als Darmmilzbrand nachgewiesen sei.

Indess sind die hierfür vorliegenden Beweise keineswegs zwingend. In den Untersuchungen von Koch, Gaffky und Löffler[1]) wurde zwar bei einigen an Spontanmilzbrand (bei Stallfütterung) verendeten Thieren der Nachweis vorhandener Veränderungen in der Darmwand erbracht, und es wurde in einem Falle direct constatirt, dass hier die Milzbrandinfection stattgefunden habe, gerade so wie bei den experimentell mit Sporen gefütterten und inficirten Hämmeln. Allein dieses Beobachtungsmaterial ist doch nur ein kleines und würde einen Schluss auf das Verhalten des Spontanmilzbrandes im allgemeinen, bei den grösseren Epizootien mit ihrer so merkwürdigen Abhängigkeit von zeitlichen und örtlichen Factoren, nur dann gestatten, wenn eben andere Infectionsmöglichkeiten ausgeschlossen wären.

Selbst das häufige Auftreten von Darmlocalisationen beim Spontanmilzbrand beweist an sich nicht nothwendig die Entstehung vom Darme aus, weil auch secundär, metastatisch, carbunculöse Affectionen der Darmschleimhaut zu Stande kommen können. Es ist bekannt, dass auch bei Menschen, die an Anthrax infolge von Hautinfection erlegen sind, gar nicht selten carbunculöse Herde auf der Schleimhaut des Verdauungskanales sich finden, die ganz sicher zum Theil metastatischer Natur sind, da neben den Darmherden bisweilen auch ganz gleichartige Herde in der Magenschleimhaut gefunden werden, welche nach unserem gegenwärtigen Wissen nur als von der Blutbahn aus entstanden gedacht werden können. Möglicherweise können somit in vielen Fällen von anscheinendem Darmmilzbrand der grösseren Thiere die carbunculösen Herde

1) Mittheilungen aus dem kais. Gesundheitsamte 1883 Bd. 2 S. 147.

der Darmschleimhaut ebenfalls auf metastatischem Wege entstanden sein.

Bei Blutparasiten ist der Ort des Eintritts in den Körper, d. h. in die Blutbahn, durchaus nicht immer durch makroskopische Veränderungen gekennzeichnet. Das gilt vor allem für die Infection auf dem Lungenwege. Wir haben zur Genüge gesehen, dass entzündliche Veränderungen des Lungengewebes gerade im Gegentheil dahin wirken, den Uebertritt der Infectionserreger in's Blut zu verhindern. Bollinger hatte die Pneumonie, welche wir durch Inhalation reichlicher Milzbrandstäbchen bewirkt hatten, mit einem Anthrax-Carbunkel verglichen, und gerade diese Pneumonie behinderte und verlangsamte die Infection des Gesammtorganismus, während in allen den zahlreichen Fällen von Sporeninhalation oder von Inhalation der Hühnercholerabacillen, wo keine makroskopisch sichtbaren Veränderungen an der Eintrittsstelle erfolgten, der Uebergang und die Infection des Gesammtorganismus mit grosser Leichtigkeit und Schnelligkeit erfolgte. Die bisherige Lehre, wonach die Invasionsstätte eines Mikroorganismus in der Regel durch gröbere, sichtbare Veränderungen gekennzeichnet ist, besitzt somit keine allgemeine Gültigkeit.

Wir kommen nun zu den beim Menschen als Infectionserreger wirksamen Blutparasiten. Zunächst zu erwähnen ist auch hier wieder der Milzbrandbacillus, der bei der sog. »Hadernkrankheit« höchst wahrscheinlich von der Lunge aus aufgenommen wird, in jenen Fällen nämlich, wo alle wahrnehmbaren Zeichen für einen Eintritt an anderer Stelle (Haut- oder Darmcarbunkel) fehlen. Ausserdem kommen hier besonders in Betracht Febris recurrens und Malaria. Die Spirillen des Rückfallstyphus sind exquisite Blutparasiten; die Möglichkeit ihres directen Uebertritts in die Blutbahn, wenn sie durch Einathmung bis in die Alveolen gelangt sind, ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen. Bei Malaria ferner handelt es sich ebenfalls um einen Blutparasiten, nämlich um jene, zuerst von Marchiafava und Celli genauer beschriebene, im Innern der rothen Blutkörperchen lebende Coccidienform, welche sich durch Doppelfärbung, wie aus

Präparaten Metschnikoff's hervorgeht, sicher als ein selbständiger Organismus, nicht etwa eine blosse Degenerationserscheinung, erkennen lässt [1]). Wenn dieser im Blute lebende Parasit in der That die Ursache der Malaria bildet, dann erscheint auch hier die Möglichkeit eines directen Uebertritts des Infectionserregers in die Blutbahnen der Lunge annehmbar, und dies würde sehr gut mit unseren epidemiologischen Erfahrungen bei Malaria übereinstimmen, welche entschieden gegen eine Aufnahme der Infection auf dem Verdauungswege und sehr zu Gunsten des Athmungsweges sprechen.

Tuberkel- und Rotzbacillen, die in ihrem Verhalten so viele Analogie zeigen, sind im Gegensatze zu den bisher erwähnten keine Blutparasiten. Allerdings können im Blute hochgradig tuberculöser Menschen und hochgradig inficirter Versuchsthiere unter Umständen Tuberkelbacillen nachgewiesen werden. Allein der Beweis, dass es sich hier um eine Vermehrung innerhalb des Gefässsystems handle, fehlt; vermuthlich haben wir es nur mit einer mechanischen Verschleppung von Bacillen zu thun, da andererseits reichlichere Befunde von solchen innerhalb von Blutgefässen fehlen. Man könnte zwar an die Tuberkel in der Intima grösserer Venen erinnern. Allein gerade diese beweisen, dass ein Hindurchwachsen in die so naheliegende Blutbahn nicht leicht oder überhaupt nicht stattfindet.

Demnach wird auch ein directer Uebergang aspirirter Tuberkel- oder Rotzbacillen in die Blutbahnen der Lunge nicht anzunehmen sein. Die Inhalationsexperimente mit Tuberkelbacillen haben das längst bestätigt, indem keine sofortige Allgemeininfection des Thierkörpers, sondern eine localisirte Tuberculose der Lungen sich entwickelt. Erst secundär entstehen Localisationen

---

1) Auch negative Gründe sprechen zu Gunsten dieser endocellulären Parasiten, die Thatsache nämlich, dass specifische Bacterien im Körper Malariakranker und besonders im Blute absolut nicht aufgefunden werden können. Die nachgewiesene Infectiosität des Blutes bei Uebertragung auf Gesunde (Gerhardt, Marchiafava und Celli) muss deshalb nothwendig auf eben jene Coccidien zurückgeführt werden, die ihrerseits als thierische Parasiten in unseren künstlichen Nährmedien begreiflicherweise sich nicht cultiviren lassen.

in inneren Organen, aber höchst wahrscheinlich nicht durch directen Uebergang von Tuberkelbacillen in die Blutbahnen der Lungen, sondern durch Transport auf dem Lymphwege und successive tuberculöse Infection der intrapulmonalen Lymphfollikel, schliesslich der Bronchialdrüsen, von wo dann bei voll-virulenten Bacillen und empfänglichen Thieren ein Uebergang ins Blut erfolgen kann. Baumgarten macht mit Recht darauf aufmerksam, dass diese Passage durch Lymphdrüsen kein einfach mechanischer Transport sei, sondern dass die Infectiosität der betreffenden Tuberkelbacillen dabei die entscheidende Rolle spielt. Eben daraus erklärt es sich, weshalb die menschliche Phthise relativ selten zu frühzeitigen Localisationen in inneren Organen führt, wie es der Fall sein müsste, wenn fortgesetzt Tuberkelbacillen aus der Lunge in den Kreislauf übergeführt würden. Der Weg durch die Bronchialdrüsen ist ein relativ schwieriger und langsamer. Leblose Stäubchen und nicht-pathogene Bacterien können da überhaupt nicht passiren. Es wurde bereits oben auseinandergesetzt, dass eine active Thätigkeit des betreffenden Mikroorganismus zu dieser Art des Durchtritts erforderlich ist. Bei der menschlichen Lungentuberculose kommt daher die Passage auf dem Lymphwege in der Regel erst zu Stande, wenn im Verlaufe längerer Erkrankung die Kräfte des Organismus allmählich sinken, dessen Disposition also gewissermaassen wächst, während die Verschleppung von Bacillen auf dem Lymphwege immer häufiger wird. Unter diesen Umständen gelingt es dann einzelnen Bacillen, die Hindernisse zu überwinden, sich der vernichtenden Angriffe der Phagocyten zu erwehren und vielleicht eine auf minimalste Bezirke beschränkte Erweichung der absperrenden Lymphdrüsen zu bewirken, welche den Eintritt in die Vasa efferentia derselben ermöglicht.

Aus dieser Darstellung geht übrigens auch hervor, dass die primäre Localisation im Lungenwege eigentlich gar nicht nöthig ist, um einen eventuellen Durchtritt aspirirter Tuberkelbacillen durch die Lunge zu Stande kommen zu lassen. Da dieser Durchtritt kein directer ist, sondern auf den Lymphbahnen sich vollzieht und deshalb ausschliesslich von den Schwierigkeiten

und Schicksalen des Transports durch die Lymphdrüsen abhängt, so ist auch ein Uebergang aspirirter Tuberkelbacillen in innere Organe, ohne locale Lungentuberculose ganz gut denkbar. Manche klinische Erfahrungen von primärer Tuberculose innerer Organe sprechen für das thatsächliche Vorkommen dieses Vorganges.

Bei den Rotzbacillen, bei denen unsere Kenntnisse über diese Dinge im allgemeinen viel spärlicher sind, vermag ich eine experimentelle Bestätigung anzuführen, die augenscheinlich für einen derartigen Zusammenhang spricht.

Am 3. Februar 1888 wurden zwei Meerschweinchen in der nämlichen Weise, wie dies bei allen im III. Abschnitt mitgetheilten Versuchen geschah, der Inhalation zerstäubter Rotzbacillen (Agarcultur suspendirt in 40 ccm Wasser) für ½ Stunde ausgesetzt. Nach 6 Tagen zeigten beide Thierchen hörbar erschwertes Athmen und bräunliches Secret an den Nasenöffnungen. Beide Thierchen erlagen, das eine bereits nach 14, das andere nach 39 Tagen unter starker Abmagerung. Bei beiden war der Sectionsbefund, der durch Cultur und bacteriologische Untersuchung bestätigt wurde, ein sehr merkwürdiger.

Zunächst sei der Befund bei dem später, 39 Tage nach der Inhalation erlegenen Thierchen kurz erwähnt:

Starker Meteorismus. An den Nasenöffnungen äusserlich nichts wahrzunehmen: beim Eröffnen des Naseneingangs auf der Schleimhaut eitriger Belag, jedoch keine Knötchen oder Narben. Axillardrüsen rechts etwas geschwellt, links normal; Leistendrüsen auf beiden Seiten etwas vergrössert. Lunge zeigt im ganzen natürliche Farbe und Beschaffenheit. Nur im rechten Oberlappen findet sich eine, etwas mehr als erbsengrosse, stark injicirte Stelle, die sich derb anfühlt. Auf dem Durchschnitt zeigt sich hier eine im ganzen keilförmige, aber aus verschiedenen confluirenden Herden bestehende lichtgelbe Infiltration. Eine Tracheal- und eine Bronchialdrüse finden sich vergrössert. Die Milz ist vergrössert, namentlich im Querdurchmesser, von normaler Farbe. An der Oberfläche und auf dem Querschnitt zeigen sich ziemlich viele miliare, hellgelbe, prominirende Knötchen. Leber normal. Nieren hyperämisch, sonst normal. Magen und Dickdarm sind meteoristisch aufgetrieben; ersterer zeigt wenig wässerigen Inhalt. Die Schleimhaut des ganzen Darmkanales durchaus intact und von normaler Beschaffenheit; ebenso die Mesenterialdrüsen.

Von diesem Befund scheint mir das bemerkenswertheste, dass in der Lunge nur ein einziger, circumscripter, allerdings grösserer

Rotzknoten im rechten Oberlappen sich gebildet hatte, während die ganze übrige Lunge intact blieb. Da bei der Inhalation zweifellos in sehr viele Lungenpartien Rotzbacillen gelangten, muss der grösste Theil derselben ohne Wirkung geblieben sein. Wäre die Inhalation mit virulenterem Material ausgeführt worden, als solches gerade zur Verfügung stand, dann wäre die Wirkung wohl eine allgemeinere gewesen, ähnlich wie sie das bei der Inhalation von Tuberkelbacillen in der Regel ist. Hier aber fanden sich nur im rechten Oberlappen zufällig die günstigen Bedingungen für Ansiedelung der Rotzbacillen; vielleicht war zufällig eine etwas grössere Menge von solchen dorthin gelangt. Wäre dieser günstige Zufall nicht eingetreten, dann hätte vielleicht die ganze Lunge in diesem Falle frei bleiben können von rotzigen Eruptionen. Man kommt hierdurch unwillkürlich zu der Frage, ob nicht auch in diesem Falle die nachgewiesene rotzige Affection der Milz hätte zu Stande kommen können, ob gerade der Rotzknoten im rechten Oberlappen das Bindeglied darstellt zwischen Inhalation und Milzaffection?

Hierauf gibt der Befund bei dem früher, bereits nach 14 Tagen erlegenen Thierchen eine unzweideutige Antwort, indem hier in der That die Lunge völlig intact sich zeigte und dennoch das Vorhandensein beginnender miliarer Rotzeruptionen in der Milz unzweideutig constatirt werden konnte. Ich übergehe die Einzelheiten des Befundes in diesem Falle und bemerke nur, dass die Rotzbacillen in der Milz durch Cultur nachgewiesen wurden, sowie, dass irgendwelche Anzeichen für eine Infection vom Darmkanale her völlig fehlten. Die letztere Möglichkeit dürfte überhaupt, bei der äusserst geringen Empfänglichkeit der Meerschweinchen für rotzige Infection vom Darme aus und bei der geringen Virulenz der verwendeten Cultur, völlig auszuschliessen sein. Es bleibt daher nur übrig, eine Infection von der Lunge her anzunehmen, von der ich mir nur vorstellen kann, dass sie auf dem Lymphwege, und zwar unabhängig von jeder primären Localisation im Lungengewebe, zu Stande gekommen ist. Die näheren Details dieses Vorganges müssen allerdings erst künftig erforscht werden. Eine besonders vergrösserte Bronchialdrüse

konnte in unserem Falle nicht nachgewiesen werden. Trotzdem ist es wohl zweifellos, dass die Drüsen den Ort der Passage dargestellt haben. Sohin wäre die primäre Localisation in der Lunge keine conditio sine qua non für den Durchtritt inhalirter Rotzbacillen ins Blut und in innere Organe, und somit darf man wohl annehmen, dass auch bei Tuberkelbacillen etwas derartiges möglich ist, und dass eine primäre Nieren-, Hoden- oder Knochentuberculose durch Inhalation entstanden sein kann, auch wenn Localisationen im Lungengewebe absolut fehlen.

Von den übrigen Infectionserregern beim Menschen nehmen der Erysipelcoccus und die Eitercoccen hinsichtlich der hier behandelten Frage eine vermittelnde Stellung ein. Weder können dieselben als eigentliche Blutparasiten bezeichnet, noch kann die Befähigung zur Vermehrung innerhalb des Blutes gänzlich bestritten werden. Beim Erysipelcoccus ist die Anschauung, wonach derselbe nur in den Lymphspalten und Lymphgefässen sich vermehren soll, nicht richtig, da von Hartmann[1]) bei tödlichem Erysipel des Menschen die Erysipelcoccen auch in den Lebercapillaren in dichten Massen nachgewiesen wurden. Allerdings handelt es sich dabei offenbar um einen secundären, durch den krankhaften Process und die hierdurch verminderte Widerstandsfähigkeit des Organismus erst ermöglichten Vorgang. Primär dürfte solche Wucherung von Erysipelcoccen im Blute nicht vorkommen, und der Erysipelcoccus dürfte sohin zum directen Uebertritt in die Blutbahnen der Lunge beim gesunden Menschen nicht geeignet sein. Ob eine Passage auf dem Wege der Lymphgefässe und Bronchialdrüsen möglich ist, lässt sich nicht entscheiden; doch scheint dieser Vorgang bei der besonderen Befähigung der Erysipelcoccen zur Vermehrung in Lymphgefässen und Lymphdrüsen annehmbar. Es könnten dann Fälle, wie ein von Hartmann mitgetheilter von spontaner mycotischer Peritonitis, wobei ohne bestehendes Hauterysipel reichliche Erysipelcoccen im eiterigen Exsudat der Bauchhöhle vorgefunden wurden, in dieser Weise gedeutet werden.

1) H. Hartmann, Ueber die Aetiologie von Erysipel und Puerperalfieber. Dieses Archiv Bd. 7 S. 83.

Etwas klarer ist die Sachlage beim Staphylococcus pyogenes aureus und beim Streptococcus pyogenes, da für beide Eiterungserreger die Vermehrung innerhalb der Blutbahn durch ihre active Betheiligung an endocarditischen Processen erwiesen ist. Die Eignung ist sogar eine genügende, um auch beim Kaninchen, das für diese Eiterungserreger im ganzen weniger disponirt ist als der Mensch, die experimentelle Erzeugung endocarditischer Processe zu ermöglichen. Der Staphylococcus aureus findet sich hierbei frei aufgelagert auf der Oberfläche der Klappen, inmitten des Blutstromes; der Streptococcus allerdings mehr im Gewebe der Klappen. Aber bei letzterem wird durch den häufigen Befund coccenerfüllter Capillaren in der Niere und anderen Organen bei Pyämie der Beweis für die Vermehrungsfähigkeit im Blute geliefert.

Die Existenzmöglichkeit der Eitercoccen im lebenden Blute und infolge dessen die Möglichkeit eines directen activen Uebergangs in die Blutbahnen ist demnach, wenigstens beim Menschen, nicht absolut zu bestreiten. Beim Kaninchen würde sich das weniger leicht vollziehen können aus den bereits erwähnten Gründen; bezügliche Experimente bieten darum wenig Aussicht auf Erfolg. Ein allmählicher Durchtritt auf dem Wege der Lymphbahnen und Bronchialdrüsen wäre eher anzunehmen. Beim kranken Thier könnten sich die Verhältnisse dagegen anders verhalten, und ebenso dürfte beim erkrankten Menschen, wenigstens unter gewissen Bedingungen, der Durchtritt eher erfolgen können.

Es bleiben zum Schluss zu erwähnen: der Typhusbacillus und der Choleravibrio. Beides sind ebenfalls keine eigentlichen Blutparasiten. Indess vermag der erstere, wie man allgemein annimmt, gerade im Gebiete von Blutcapillaren seine eigenthümlichen Ansiedelungen im Innern der Organe des Typhuskranken zu etabliren, was eine gewisse Befähigung zum Wachsthum innerhalb des lebenden Blutes beweist. Ob auf Grund dessen an einen directen Uebertritt inhalirter Typhusbacillen in die Blutbahnen der Lunge beim Menschen gedacht werden dürfe, ist ungewiss. Bei Thieren Experimente hierüber anzustellen, bietet, solange wir keine für Typhus disponirte Thierspecies zur Verfügung haben, wenig Aussicht auf Erfolg. Selbst wenn ein Uebertritt stattfinden

sollte, werden vereinzelte Bacillen im nicht-disponirten Thierkörper bald zu Grunde gehen und nicht nachzuweisen sein. Da aber der Process des Durchtritts selbst ein activer ist, darf nicht einmal darauf gerechnet werden, dass dieser Vorgang zu Stande kommt. In der That haben Flügge und Wyssokowitsch, wie vorauszusehen, negative Resultate mit Einbringung von Typhusbacillen in die Trachea von Thieren erhalten. Diese experimentelle Unzugänglichkeit ist besonders zu bedauern angesichts des epidemiologischen Verhaltens des Abdominaltyphus, welches auf einen, durch die intestinale Infection vorläufig nicht zu erklärenden Zusammenhang des Typhus mit gewissen Vorgängen im Boden hinweist.

Beim Choleravibrio liegt die Sache ebenso ungünstig, ja sogar noch ungünstiger, insoferne wir über die Beziehungen dieses Infectionserregers zum lebenden Blute durch den Befund am cholerakranken Menschen gar keinen Aufschluss erhalten. Mit Ausnahme der vereinzelten Angaben von Babes, welcher Choleravibrionen in den Nieren von Choleraleichen nachwies, sind dieselben bisher nur im Innern des Darmkanales, und in und an den Wandungen desselben nachgewiesen. Wir sind daher lediglich auf Thierversuche angewiesen und auf Versuche an Blut, welches Thieren unter aseptischen Vorsichtsmaassregeln entnommen wurde.

Versuche letzterer Art habe ich schon vor mehr als Jahresfrist und neuerdings wiederholt angestellt. Das Verfahren zur Gewinnung des Blutes ist folgendes:

Gesunden Kaninchen wird nach vollkommener Desinfection der betreffenden Hautpartie die Carotis mittels steriler Instrumente blossgelegt und in dieses Gefäss, unter vorübergehender Hemmung der Blutzufuhr mittels Klemmpincette, eine sterile Cannüle eingebunden. Das ausströmende Blut gelangt durch einen, an der Cannüle befestigten, sterilen Gummischlauch in ein steriles, mit Glasstückchen zum Zweck des Defibrinirens versehenes Glasgefäss. Aus diesem Sammelgefäss vertheilt man nach erfolgter Defibrinirung das Blut mittels steriler Pipetten in beliebig viele sterile, mit Watte verschlossene flache Kölbchen. Man erhält auf diese Weise ein völlig steriles Nährmedium, das sich, an einem kühlen Orte aufbewahrt und gegen Verdunstung geschützt, für längere Zeit, mindestens für 14 Tage unverändert hält. Auch im Brutkasten bleibt dasselbe etwa eine Woche lang intact. Nur allmählich beginnt die Lösung der Blutkörperchen, das Blut wird mehr und mehr lackfarben.

Inficirt man solches, in flachen Kölbchen befindliches, steriles Blut mit Choleravibrionen, so erscheint dasselbe bei 37 ° nach 24 Stunden zwar meist noch unverändert hellroth, am zweiten Tage aber wird die Farbe bereits merklich dunkler trotz wiederholten Umschüttelns behufs Sauerstoffzufuhr zum Hämoglobin. Am dritten Tage erscheint das Blut theilweise lackfarben und am vierten findet sich bereits ein trockenes, aus Choleravibrionen bestehendes Häutchen an der Oberfläche des nunmehr ganz dunkel und missfärbig gewordenen Blutes. Gleichzeitig macht sich ein intensiver Geruch nach Schwefelwasserstoff bemerkbar, welches Gas als Product der chemischen Thätigkeit der Vibrionen im Blute zu betrachten ist. Dass der Schwefelwasserstoff nicht etwa von beigemengten anderen Bacterien gebildet sein kann, beweisen die Plattenculturen aus solchem Blute, die stets die Reinheit der Züchtung erwiesen haben. Ebenso kann man auch nicht etwa annehmen, dass im Blute bei Zersetzung durch Bacterien etwa immer H_2S gebildet werden müsse. Bei mannigfaltigen Versuchen mit Milzbrandbacterien, Staphylococcus, Erysipel, Rotzbacillen, Hühnercholera, Typhus u. s. w. konnte nirgends eine Spur von H_2S-Entwickelung im Blute constatirt werden. Die Zersetzung des Blutes durch den Choleravibrio ist demnach eine besonders energische, die Vermehrung allerdings auch eine so massenhafte wie bei keinem anderen der erwähnten Spaltpilze.

Diese starke Vermehrung, die rapide Zunahme erfolgt erst im späteren Stadium der Blutzüchtung. In den ersten 24 Stunden kann das Blut beinahe unverändert aussehen. Trotzdem findet auch hier schon, wie sich durch mikroskopische Untersuchung nachweisen lässt, eine gewisse Vermehrung statt. Beschleunigt kann diese anfängliche Vermehrung dadurch werden, dass man dem Blute einige Tropfen sterilisirter Bouilloncultur von Choleravibrionen zusetzt. Das Blut wird hierdurch zum Wachsthum von Choleravibrionen geeigneter, es erhöht sich gewissermaassen seine Disposition, eine Erscheinung, die wahrscheinlich mit der Fermentproduction von Seite der Choleravibrionen zusammenhängt. Von diesen Fermenten wurde in einer unter meiner Leitung ausge-

führten Untersuchung durch H. Bitter[1]) der Nachweis erbracht, dass dieselben Albuminate zu lösen und in Peptone überzuführen im Stande sind. Da nun die sterilisirte Cholera-Bouilloncultur diese Fermente enthält, so wird deren Zusatz zum Blut die Peptonisirung der Eiweissstoffe befördern, wodurch dieselben in eine für die Ernährung der Spaltpilzzelle geeignete Form übergeführt werden. Nebenbei bemerkt ist dies ein Fall, der schlagend gegen die Anschauung der Pasteur'schen Schule spricht, wonach die eigenen Zersetzungsstoffe der Bacterien immer befähigt sein müssten, ein Nährmedium für die betreffende Bacterienart zu verschlechtern.

Diese Versuche beweisen somit eine gewisse Vermehrungsfähigkeit des Choleravibrio im Blute, allerdings zunächst nur im defibrinirten Kaninchenblute ausserhalb des Körpers. Ein directer Schluss auf die Verhältnisse im lebenden Blute des Menschen lässt sich hieraus nicht ziehen; doch dürfte, angesichts der wesentlich grösseren Disposition des menschlichen Organismus für Cholera eine gewisse Vermehrungsfähigkeit auch im lebenden menschlichen Blute wenigstens nicht von vorneherein als ausgeschlossen zu bezeichnen sein. Bestünde dieselbe in der That, dann wäre auch ein directer Uebertritt inhalirter Choleravibrionen in die Blutcapillaren der Lunge denkbar.

Man wende nicht ein, diese Erörterungen seien deshalb gegenstandslos, weil eine Inhalation von Choleravibrionen, die ja durch Austrocknung zu Grunde gehen, überhaupt zu den Unmöglichkeiten gehöre. Im III. Abschnitt gegenwärtiger Untersuchungen wurde im Gegentheil nachgewiesen, dass Choleravibrionen an Nebelbläschen haftend in der Luft schweben und alsdann, mit ihrer vollen Lebensenergie begabt, auf Gelatineplatten abgelagert werden können. Die Inhalation solcher, mit Vibrionen beladener Bläschen und das Eindringen bis in die Alveolen wäre sonach unbedingt möglich. Ebenso dürfte der Transport des Choleravibrio, wenn er einmal bis ins Blut gelangt ist, innerhalb der Blutbahnen bis in den Darm keinen Schwierigkeiten begegnen. Durch Versuche an

1) H. Bitter, Ueber Fermentausscheidung von Vibrio Koch und Vibrio Proteus. Dieses Archiv Bd. 5 S. 241.

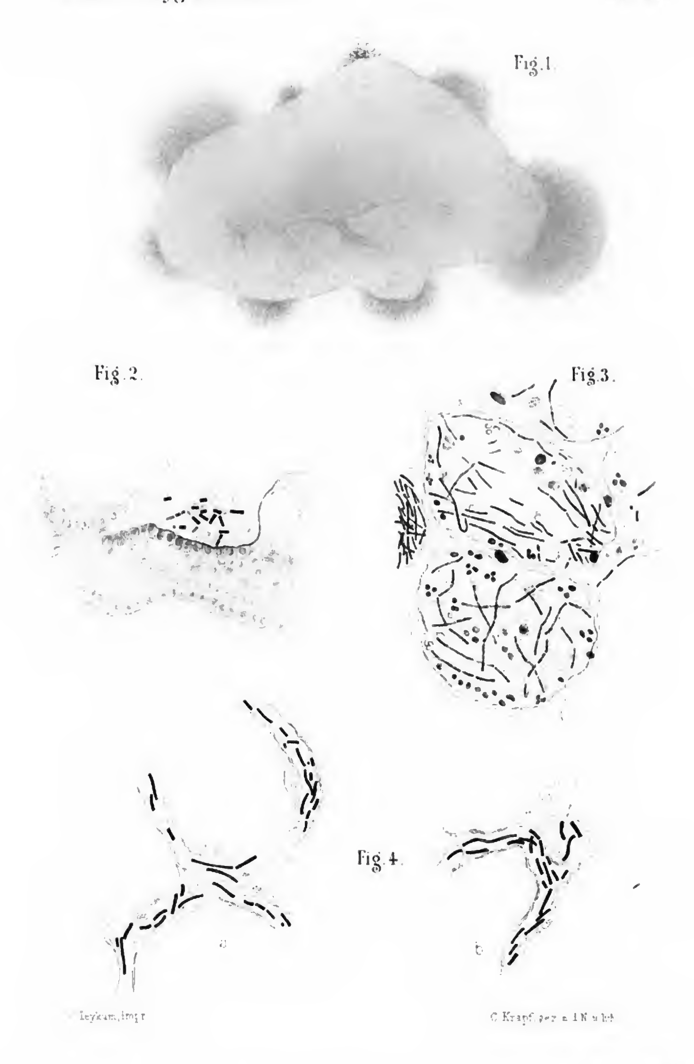
Meerschweinchen habe ich schon früher[1]) den Beweis geliefert, dass diese Transportirbarkeit sogar bei einer für Cholera, im Verhältnisse zum Menschen so wenig disponirten Thierart zweifellos existirt. Es wurde dort gezeigt, dass bei subcutaner Injection grösserer Mengen von Choleravibrionen (5—6 ccm Gelatine-Reincultur) die Vibrionen im Blute und ferner im Darminhalte zweifellos nachgewiesen werden können, obwohl stärkere makroskopische Veränderungen, namentlich Hämorrhagien völlig fehlten. Der Wichtigkeit dieses Befundes entsprechend wurde derselbe mit ganz besonderer Sorgfalt erhoben, und muss ich deshalb dieses Resultat gegenüber den negativen Ergebnissen von Wyssokowitsch unbedingt aufrecht erhalten. Die Verhältnisse bei derartigen Versuchen sind eben viel complicirter als die meisten sich vorstellen, und deshalb müssen die Mengenverhältnisse und namentlich die Quantitäten von Giftstoff, d. h. von Zersetzungsproducten der Bacterien, welche man gleichzeitig einverleibt, sehr genau berücksichtigt werden; sonst können die Resultate niemals übereinstimmen. Von Hueppe[2]) sind übrigens in neuerer Zeit Resultate bei intraperitonealer Einbringung von Choleravibrionen mitgetheilt worden, welche mit den obigen wohl übereinstimmen und ebenfalls ein Hineingelangen der Vibrionen ins Darmlumen ohne Vermittelung sichtbarer Hämorrhagien beweisen.

Sohin besteht für die Darmlocalisation bei Cholera immerhin noch eine andere Erklärungsmöglichkeit, als die allerdings so naheliegende und einfache der Ingestion des Infectionserregers durch den Magen. Ich verkenne die grosse Wahrscheinlichkeit der letzteren Auffassung keineswegs, glaube indess, man müsse sich alle Möglichkeiten offen halten, so lange die Differenz zwischen bacteriologisch-pathologischem Wissen und epidemiologischer Erfahrung eine so grosse bleibt, wie dies eben bei der Cholera gegenwärtig unleugbar der Fall ist.

---

1) Dieses Archiv Bd. 3 S. 401 und 402.

2) Hueppe, Ueber Fortschritte in der Kenntnis der Ursachen der Cholera asiatica. Berl. klin. Wochenschrift Nr. 11 1887 S. 185.



Leykam, imp.r   C. Krapf, pez. u. l.N.u.lit.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. I.

Fig. 1. Lungenstückchen von Inhalation von Milzbrandsporen, in Nährgelatine (Plattencultur) eingebettet, mit hervorwuchernden Milzbrandcolonien, die sich aus inhalirten Sporen gebildet haben. 25 mal vergrössert.

Fig. 2. Lungenschnitt von einer Maus, welche 20 Stunden nach Inhalation von Milzbrandsporen durch Chloroform getödtet wurde. Erstes Stadium des beginnenden Infectionsprocesses. Die inhalirten Sporen sind ausgekeimt und zu kleinen Gruppen von Stäbchen herangewachsen, welche sich theils auf, theils zwischen den Alveolarepithelien gelagert zeigen. Vergrösserung 700 mal.

Fig. 3. Lungenschnitt von Meerschweinchen, welches infolge Inhalation von Milzbrand-Stäbchen erlegen ist: Milzbrand-Pneumonie. Die Alveolen sind ausgefüllt mit zellenreichem Faserstoffexsudat; inmitten dieser Exsudatmassen finden sich reichliche Milzbrand Stäbchen und Fäden, während die Blutbahnen meist ganz frei sind von solchen. Vergrösserung 600 mal.

Fig. 4 a. b. Lungencapillaren, reichlich Milzbrandbacillen enthaltend, aus einem Schnittpräparat von Meerschweinchen, das 23½ Stunden nach Inhalation von Milzbrandsporen durch Chloroform getödtet wurde. Dieses Präparat entspricht dem zweiten Stadium der Lungeninfection; dasselbe zeigt, dass nach 23½ Stunden der Uebertritt der Milzbrandbacillen in die Blutbahnen der Lunge bereits bewerkstelligt ist. Vergrösserung 700 mal.

Beitrag zur Kenntnis des Favuspilzes.

Von

Dr. A. J. Munnich
in Amsterdam.

(Mit Taf. II, III, IV.)

Schon vor mehreren Jahren habe ich mich mit Versuchen beschäftigt, von der erkrankten Haut Favus zu cultiviren und dabei mitunter sehr schöne Reinculturen der als solcher beschriebenen Pilzart erzielt. Sehr oft aber zeigten die erhaltenen Culturen, trotz aller Vorsorgen, viele Verunreinigungen und Ueberwucherungen durch die gewöhnlichen, schnell wachsenden Pilze wie Penicillium und Mucor, Eurotium- und Aspergillusarten, deren Sporen muthmasslich den benutzten Borken und Haaren anhingen. In einzelnen Fällen bildeten sich auch Reinculturen von anderen, seltener vorkommenden Pilzen, wovon einer makroskopisch mit dem Achorion eine grosse Aehnlichkeit darbot. Unzweideutige Fructificationsorgane, Endkolben, wie bei den anderen genannten Pilzen, fand ich aber nicht, und kamen mir daher meine Resultate, zumal bei den schon bestehenden Arbeiten von Grawitz[1]), Neumann[2]) u. A., nicht wichtig genug vor, um sie weiteren Kreisen vorzulegen.

Der Vortrag des Herrn Dr. Boer in der dermatologischen Section der Berliner Naturforscher-Versammlung und seine schönen Photographien, die er später noch die Güte hatte mir vorzuzeigen, auch die nachher erschienene Arbeit des Herrn Prof. Quincke[3])

1) Virchow's Archiv 1877 Bd. 70 S. 560.

2) Archiv für Derm. und Syphilis 1871 und in der 5. Aufl. seines Lehrbuches 1880.

3) Archiv für exp. Path. und Pharm. Bd. 22 Heft 1—2.

veranlassen mich nun, die Resultate von Culturversuchen zu publiciren, welche ich im Laufe des Winters 1885/86 angestellt habe.

Während ich mich früher nur in meinem Arbeitszimmer, bei allerdings etwas dürftigen Hilfsmitteln, mit den Culturen beschäftigt hatte, fand ich damals Gelegenheit sie, durch die Güte des Herrn Prof. Forster und unter seiner hochgeschätzten Mitwirkung, im hiesigen hygienischen Institute auszuführen. Zu den ersten neuen Versuchen benutzte ich charakteristische Scutula, die der menschlichen Kopfhaut oder dem Scrotum entnommen waren. Diese wurden mit sterilisirtem Wasser zerrieben und daraus auf verschiedenen Nährmedien Plattenculturen nach Koch's Weise der Bacterienzüchtung angelegt.

Kurz nach einander kamen zwei Fälle von Favus auf der Scrotalhaut zu meiner Beobachtung. Die Scutula waren kaum halb Stecknadelkopf gross; von einem herpetischen Ringe, der zuerst von Strube[1]) und Köbner[2]) experimentell und bei natürlicher Uebertragung beobachtet wurde, war nichts zu bemerken. Ich muss gestehen, dass ich diesen Bläschenring bei den hunderten von Favusfällen allerdings fast ausnahmslos auf der Kopfhaut sehr schmutziger Kinder, die ich längere Zeit alljährlich zu behandeln hatte, nie ganz deutlich gesehen habe. In hiesiger Stadt kommt der Favus unter einem gewissen, einen bestimmten Bezirk der Stadt bewohnenden Theile der Bevölkerung sehr oft vor, und es liesse sich davon leicht eine Karte anfertigen, wie dieses z. B. Bergeron[3]) von ganz Frankreich gethan hat.

Bei den zwei genannten Fällen von Favus auf dem Scrotum war es mir nicht möglich, die Ansteckungsquelle aufzufinden; ein dritter Fall aber wurde mir bekannt, wo zweifellos das Vorkommen auf dieser ungewöhnlichen Stelle im Zusammenhange mit einem geschlechtlichen Excesse stand.

Alle jene Culturen schlugen jedoch durch Ueberwucherung mit den früher genannten Pilzen fehl; dann und wann bildeten

1) Exanthemata phytoparasitica. 1863.
2) Klinische und exp. Mittheilungen 1864 S. 25.
3) Étude sur la géographie de la prophylaxie des seignes. 1865.

sich auch Bacterien und Saccharomycesarten, die ich aber, weil leicht von den Pilzcolonien zu trennen, ohne weitere Beachtung übergehe. Wir benutzten deshalb nunmehr die mit allen möglichen Vorsorgen abgeschnittenen Wurzeln der frisch aus der sorgfältig gereinigten Kopfhaut gezogenen Haare, die wir in Reagenzgläser mit flüssig bereit gehaltener Nährgelatine und -Agar hineinfallen liessen, und bekamen jetzt fast ausnahmslos charakteristische Culturen von Achorion, die bei 22° äusserst langsam, bei 30° am besten wuchsen.

Um noch möglicherweise anhaftende Bacterien loszuwerden, machte ich von diesen hinweg in der gewöhnlichen Weise Plattenculturen auf Uhrgläsern. Diese wurden zur Verhütung von Verunreinigungen und Eintrocknen bei längerem Stehen zuvor in sterilisirte Glasschälchen gestellt, in deren Deckel mit Asphaltlack ein Flanellring eingeklebt war [1]). Von diesen isolirten Culturen aus liessen sich selbstverständlich sehr leicht wieder reine Uebertragungen in Proberöhrchen etc. ausführen. Bei Colonien auf festem Nährboden, der in Krystallklötzen mit Deckel eingeschlossen war, hörte das Wachsthum, wahrscheinlich wegen Luftmangel, bald auf.

In Bezug auf den Nährboden bemerke ich, dass ich sowohl auf nicht neutralisirter als auf schwach alkalischer Löffler'scher Gelatine und Agar mit 1% Traubenzucker, auf Hydrocele-Agar und auf Rinderblutserum [2]) schöne Culturen erhalten habe.

---

1) Diese Schälchen, von Prof. Forster »Culturschälchen« genannt und durch Vermittelung der Firma Hugershoff in Leipzig, jedoch ohne den Flanellring, aus schwer schmelzbarem Glase angefertigt, welche in neuerer Zeit von Esmarch in ähnlicher Weise zu gewissen Bacterienculturen empfohlen wurden, werden, mit einigen zweckmässigen Nebeneinrichtungen versehen, im hygienischen Laboratorium dahier schon seit Jahren (vgl. die Mittheilungen von van Geuns, Archiv f. Hygiene 1885 Bd. 3 S. 478) fast ausschliesslich, statt der gewöhnlichen Glasplatten unter der Glocke, zur Anfertigung von Plattenculturen mit grossem Vortheile verwendet.

2) Platten von Hydroceleflüssigkeit und Blutserum mit Agar fertigte ich mir in folgender Weise an. Eine 5 proc. Agarlösung wird in kleinen, mit Glasplatten gedeckten Glastrichtern im Papin'schen Topf durch Papier filtrirt, was zwar sehr langsam geht, sich aber doch bei kleinen Quantitäten sehr gut machen lässt. Die filtrirte Lösung wird in Reagenzgläsern vertheilt, etwa

Am schnellsten und üppigsten wuchs der Pilz auf neutralisirter Fleisch-Pepton-Agar, die ich, da gerade keine sauer reagirende Nährmischung vorräthig war, mit Milchsäure schwach angesäuert hatte. Hat einmal das Wachsthum bei 30 ° angefangen, dann geht es auch bei Zimmertemperatur weiter.

Auf Broddecoct-, Milch- und Malzgelatine und Agar — das letzte das Leibgericht des Penicilliums — bekam ich keine Culturen. Auch nicht auf Raulin'schen Mischungen mit Acid. tartaric., Ammoniaksalzen und Eisen, wie sie von Siebenmann[1]) für Aspergillus erwähnt werden. Auch ein Culturversuch auf Kartoffeln und Knollen von Lathyrus tuberosus blieb ohne Erfolg.

Die schönsten Culturen bekam ich in Reagenzgläsern, wenn eine abgeschnittene Haarwurzel in der Gelatine suspendirt geblieben war. Um diese bildete sich dann allmählich bei 22 ° ein förmlicher, grau-weisslicher, lockerer Strahlenkranz, wozu aber immer mehrere Wochen erforderlich sind; erst wenn die Mycelia die Oberfläche erreicht haben, bilden sich die kleinen, weissen Centralknötchen, wie sie auch Grawitz beschrieben hat. In

---

4 ccm in jedes Röhrchen, in der gewöhnlichen Weise wieder sterilisirt und aufbewahrt. Das sterilisirte, flüssige Serum und die Hydroceleflüssigkeit werden ebenfalls zu etwa 8 ccm in Proberöhrchen vorräthig gehalten. Will ich nun eine Platte anfertigen, so wird ein Agargläschen durch Kochen verflüssigt und in ein Wasserbad von etwa 60 ° gestellt; ein Serumgläschen wird unterdessen auf 50 ° erwärmt und zu dem Agar, wenn dieses auf 50 ° abgekühlt ist, mit möglichsten Cautelen schnell hineingegossen; die Vermischung wird durch Rollen des Glases, bzw. durch plötzliches Aufrichten des schief gehaltenen Röhrchens nach der hier üblichen Weise, was zu schneller Mengung ohne Bildung von Luftbläschen führt, gefördert, bis die Temperatur auf 40 ° gesunken ist. Nun wird auf die gewöhnliche Weise mit der Platina-Oese ein Pilztheilchen unter stärkerem Hin- und Herbewegen des Drahtes in die Flüssigkeit gebracht und ausgegossen. Mitunter war zwar eine Luftbacterie mit hineingeschlüpft, sehr oft aber bekam ich auch von anderen Organismen ganz freie Reinculturen. Dieses Verfahren empfiehlt sich auch bei anderen Culturen, die bis jetzt meist nur in Gläsern gemacht wurden und dann schwerlich als Reinculturen betrachtet werden können, z. B. bei Gonococcus Neisser.

Die vielleicht ungewünschte Verdünnung des Blutserums ist durch Eintrocknung um ein Drittel, vor und bei der Sterilisation, selbstverständlich unter der Gerinnungstemperatur, leicht zu verändern.

1) Die Fadenpilze Aspergillus flavus u. s. w. 1883 S. 16.

Agar gelingt eine solche Cultur, wahrscheinlich wegen des festeren Zusammenhanges dieser Substanz, weniger gut.

Bei diesen in der Tiefe wachsenden Culturen kommen auch rundliche Gebilde vor, die an der Oberfläche nicht oder nur äusserst spärlich gefunden werden.

Es ergab sich auch, dass der Favus sowohl in Culturen als in Haaren oder Borken sehr lange seine Wachsthumsfähigkeit beibehält. Acht Monate alte Culturen in Reagenzgläsern lieferten noch das Material zu üppig wachsenden neuen Colonien.

Von Haaren, die steril ausgezogen und zehn Monate zwischen Uhrgläsern verschlossen bewahrt wurden, und aus mehr als ein Jahr alten, einfach in Papier aufbewahrten Borken, bildeten sich ebenfalls neue Pilzrasen. Dieser Umstand ist selbstverständlich auch für die Beurtheilung der Uebertragbarkeit des Favus auf natürlichem Wege von Wichtigkeit.

Um Wiederholungen zu vermeiden, verzichte ich auf eine genauere Beschreibung der makroskopischen Formen meiner Culturen; sie stimmen im allgemeinen mit den von Grawitz[1]) gegebenen überein; ich bemerke nur, dass meine Favusculturen auf neutral, schwach alkalisch und sauer reagirender Löffler'scher Agar weisse, bei sehr alten Culturen etwas grauliche, linsengrosse oder grössere Rasen bildeten mit centralen Knöpfchen und gelber Unterfläche. Allmählich bilden sich auch andere, mehr gezackte Formen, die in meiner Fig. 1 Tafel II angegeben sind. Weiter bekam ich auf Blutserum immer derbe, filzartige Pilzrasen, auf Bouillon-Pepton-Agar sehr feste und auf mit Agar versetzter Hydroceleflüssigkeit lockere Culturen, wie das an den beigegebenen Abbildungen Fig. 1 und 2, Tafel II, die jedoch nicht leicht ganz genau form- und farbengetreu zu machen waren, ersichtlich ist. Dieselbe Erscheinungsweise wiederholt sich auch immer, wenn man von dem einen Nährboden auf den anderen überimpft, so dass sich eine der Quincke'schen Abbildung des α-Pilzes ähnliche, feste Cultur auf Bouillon-Pepton-Agar durch Ueberimpfung auf Hydrocele-Agar in eine lockere, der Quincke'schen γ-Favus ähnliche, verwandeln liess und vice versa.

1) Virchow's Archiv 1886 Bd. 103 Heft 2 S. 406.

Bacterienfreie Culturen von Platten auf Gläsern geimpft, verflüssigten 10 % Gelatine sehr langsam, Blutserum aber ziemlich bald. Eine besondere dunkle Färbung der Gelatine, wie das z. B. bei Culturen von Eurotium repens der Fall ist, ist mir beim Achorion nie aufgefallen.

Die anfänglich saure Reaction des Nährmaterials wird, ohne Bacterienwirkung, später zweifellos alkalisch.

Tripelphosphatkrystalle fand ich jedoch nur bei sehr eingetrocknetem Nährboden. Oxalsaurer Kalk kam bei Reinculturen nicht vor; die Anwesenheit von Briefcouvertformen in einem Präparate lernte ich aber bald als eine nie täuschende Warnung betrachten, dass eine Cultur, auch wenn noch keine Fructificationsorgane da waren, mit Penicillium verunreinigt war. Sie kommen, wie bekannt, bei vielen Pilzen vor [1]), bei letztgenannten jedoch sehr massenhaft, wie dieses auch von Brefeld in seiner grossen Arbeit über diesen Pilz betont und in seinen Abbildungen hervorgehoben wird.

Auch auf die beobachteten Wachsthumsunterschiede und weitere Beschaffenheit der Culturen glaube ich nicht weiter eingehen zu müssen. Sie werden doch, wie wir schon gesehen haben, von vielen kleinen, nicht immer controlirbaren Factoren beeinflusst, wie die Untersuchungen von Siebenmann [2]) das auch von anderen Pilzen gelehrt haben. Nur erwähne ich, dass eine Verdünnung des Nährbodens auf Wachsthum und Myceliumform des Pilzes von wenig Einfluss war; ich meine allein bemerkt zu haben, dass sich bei stark eingetrocknetem Nährboden mehr kurzgliederige, knollige Formen bildeten.

Ich wende mich demnach zu dem, was unbedingt die Hauptsache bleibt, der mikroskopischen Form der verschiedenen Pilztheile des Achorion Schoenleinii. Um jedem Vorwurfe zu entgehen, habe ich sie durch Photographien zu erläutern gesucht. Diese wurden von Herrn Otto Wigand in Zeitz in vorzüglicher Weise, ohne jede Retouchirung, nach meinen Präparaten angefertigt und von ihm auf der letzten Wiesbadener Naturforscher-

---

1) Vgl. beispielsweise de Bary 1884 S. 11.

2) a. a. O. S. 16.

Versammlung bei seiner Sammlung ausgestellt. Die Hauptformen werden dadurch wenigstens ersichtlich. Auf die Abbildung aller, oft bizarren Formen das Favus musste ich verzichten; müsste man sich doch ein förmliches Album anlegen, wenn man sie alle photographisch wiedergeben wollte. Ich bemerke noch, dass der Pilz von den verschiedenen Anilinfarben leicht gefärbt wird; am besten gefiel mir jedoch eine Eosinlösung, die dazu noch den Vortheil hat, dass sie einer eventuellen photographischen Aufnahme der Präparate nicht im Wege steht.

Die schönsten Präparate bekam ich, wenn ich von einer, aus einer Haarwurzel in Gelatine gewachsenen Cultur ein Pilztheilchen mit dem anhängenden Nährboden auf das Objectglas brachte. Die Gelatine wurde dann über der Flamme vorsichtig verflüssigt, mit Fliesspapier aufgesaugt und ein Tropfen der bekannten Mischung aus gleichen Theilen Glycerin, Alkohol und Wasser zugesetzt, darauf in Lack eingeschlossen; bei Agarculturen zerdrückte ich die noch anhängende Masse, nach gelinder Erwärmung, mit dem Deckgläschen.

Selbstverständlich machte ich auch mehrere Impfversuche, die aber alle fehlschlugen. Sie wurden mit aller möglichen Vorsorge sowohl epidermatisch als endermatisch unter Uhrgläsern und unter Kleisterverband bei mehreren Personen verschiedenen Alters und Geschlechts gemacht; ausserdem noch an Kaninchen, Meerschweinchen, weissen Ratten, Mäusen und Hühnern. Wohl kam es sehr oft zu einer reichlichen Bläschenbildung, ein einziges Mal zur Ulceration, doch es ist mir nicht gelungen, auch das winzigste Favuscutulum zu Gesicht zu bekommen. Als einen Beweis für die Nicht-Ueberimpfbarkeit meiner Culturen kann ich das aber noch nicht betrachten, da bekanntlich, wie auch Grawitz [1]) mittheilt, auf Hebra's Klinik directe Impfversuche ebenfalls sehr lange resultatlos blieben.

An meinen Präparaten sind nun, wie aus der Bildertafel hervorgeht, folgende Pilztheile zu sehen:

Mycelfäden von verschiedener Länge und Dicke, meist recht- oder stumpfwinklig verzweigt oder gabelförmig getheilt;

1) Virchow's Archiv Bd. 70 S. 569.

die Enden sind abgerundet, meist etwas angeschwollen. Die Querscheidewände sind bald mehr, bald weniger von einander entfernt; an vielen Fäden ist eine anfangende Zergliederung in Gonidien wahrnehmbar.

Kugelförmige oder etwas abgeplattete Knöpfchen, die das Ende eines Mycelfadens bilden oder zu zwei, mehr oder weniger gabelförmig aus einander weichen. Die abgeplatteten bilden sich nur an den Enden der stark septirten resp. zergliederten Fäden oder an ihren Seiten. Ich bezeichne sie (um jede unerwünschte Sprachverwirrung zu umgehen und ganz abgesehen von botanischer Genauigkeit) einfach als kugelförmige Endkolben und Knospen. Sie enthalten ein grösseres oder mehrere kleinere, rundliche Körperchen und haben grosse Aehnlichkeit mit den als Oogonien bezeichneten Endknöpfchen von Saprolegnia auf einer Abbildung in »Ziegler, die Analyse des Wassers 1887 S. 88«, das mir neulich zufällig zur Hand kam. In älteren Culturen scheinen sie sich grösstentheils ihres Inhaltes entleert zu haben; es sind dann nur leere Schläuche übrig geblieben.

Grosse und kleinere platte, rundliche, ei- oder nierenförmige, feinkörnige Gebilde, die mit einem sehr kurzen, kaum wahrnehmbaren Stiele den Mycelien seitlich angeheftet sind; durch allmähliches Verschwinden dieses Stieles werden sie frei und scheinen, überall zwischen den Mycelien zerstreut, als feine Masse auseinanderzufallen. Ich fand sie nur in der Tiefe des Nährbodens. Von den verschiedenen Anilinfarben werden sie sehr stark gefärbt. Ob diese Gebilde als Sclerotien zu betrachten sind, soll dahingestellt bleiben.

Vergleichen wir nun meine Abbildungen der verschiedenen Pilztheile mit den von anderen Forschern gegebenen Bildern, in erster Reihe mit den Zeichnungen von Grawitz[1]), so ergibt sich sogleich eine Uebereinstimmung in der Form der Mycelien, vgl. meine Fig. 1 und 2 Tafel III; auch die kugelförmigen Endkolben, die endständigen und seitlichen Knospen und die Bifurcationen fehlen nicht. Die Formen der Gonidien stimmen weniger

---

1) Virchow's Archiv 1877 Bd. 70 Taf. 19.

überein; die ovale Form fand ich nur in sehr wenigen meiner Präparate; die Keimschläuche aber immer, wenn ich eine Cultur frühzeitig untersuchte. Beide sind aus den schon oben erwähnten Gründen, und weil es nicht leicht ist, immer die gewünschten Bilder zu bekommen, wenn man, wie es bei mir der Fall war, sich nur brieflich mit dem Photographen verständigen kann, leider nicht aufgenommen.

Ob die verschiedene Form der Gonidien von dem, wie mir scheint, sehr kräftigen Wuchse meiner Culturen herrührt, halte ich nicht für unwahrscheinlich, will es aber nicht entscheiden.

Auch die Mycelfäden auf den Boer'schen [1]) Bildern des Mäusefavus haben mit den meinigen ziemlich viel Aehnlichkeit. Die kugelförmigen Endkolben und die seitlichen Knospen finden sich auch hier. Die kleineren seitlichen Knöpfchen, die sich auf dem Boer'schen Bilde deutlich als freie Sporen abzuschnüren scheinen und die Boer auch für Sporen hält, kommen auch auf meinen Bildern 1, 2 und 6, Tafel III u. IV vor; ausserdem befinden sich darauf, zerstreut zwischen den Mycelien oder zufällig darauf gelagert, zahlreiche, kleine Kügelchen, die doch wohl als freie Sporen betrachtet werden müssen. Ob jedoch die kleinen, seitlichen Knöpfchen auf meinen Bildern als sich abschnürende Sporen aufzufassen sind, davon bin ich nicht fest überzeugt. Ich habe, auch bei genauester Beobachtung, vielmehr den Eindruck bekommen, dass sie als die Rudimente der sich bildenden Seitenäste betrachtet werden müssen; man findet sie dann auch in sehr verschiedenen Grössen allmählich anwachsend; einzelne haben sogar in der Form einige Aehnlichkeit mit den, auf meinen Bildern ganz fehlenden, Boer'schen Endkolben. Sehr vereinzelt fand ich in Dutzenden von Präparaten zwar Gebilde, die etwas mehr mit letzteren übereinstimmten, doch nie von so hervorragender Deutlichkeit; ich habe sie, trotz vielem Hin- und Herschreiben nicht in photographischem Bilde bekommen können.

Es frägt sich nun: woher kommen dann die vielen zerstreuten Sporen auf meinen Bildern? Mir kommt es vor, dass sie sich

1) Vierteljahrsschrift für Derm. und Syph. 1887 Heft 2 Taf. 9.

in den endständigen und seitlichen Knospen bilden und später frei werden; auf meiner Fig. 4 Tafel III links oben hat es sogar den Anschein, als wäre aus der geplatzten, leeren Knospe die danebenliegende Spore ausgeworfen.

Betrachten wir weiter die Arbeit und die Bilder von Quincke[1]), wo von drei verschiedenen Pilzen die Rede ist, so sehen wir, dass die Mycelfäden seines α-Pilzes, Fig. 2, ziemlich wohl mit Formen auf meiner Fig. 2 Tafel III übereinkommen; auch die sich abschnürenden Gebilde, die für den Autor Sporen oder Mikrogonidien, für mich, wie oben erwähnt, mehr den Anfang einer Mycelium-Verästelung darstellen, sind auf meinen Fig. 1 und 2 gehörig vertreten; Quincke's zugespitzte Makrogonidien, Fig. 4, fehlen jedoch bei mir ganz und gar.

Von den β-Pilzen findet sich ein ähnliches keimendes Haar auf meiner Fig. 7 Tafel IV.

Kolben oder Knospen und septirte Fäden von Fig. 6 (Quincke) sind auf meiner Fig. 1 in Menge zu sehen, während Fig. 7 in meiner Fig. 1 und 4, und was die Vacuolen oder Fetttröpfchen betrifft, in meiner Fig. 5 seinesgleichen findet. Von einer kurzgliederigen Abschnürung findet sich auch auf meiner Fig. 4 ein Beispiel.

Schliesslich finden sich von den Quincke'schen γ-Pilzen die Quirlen oder seine Kronleuchter der Fig. 9 auf meiner Fig. 6 sehr deutlich vor, auch die Einschnürungen der Fig. 10 sind, obwohl weniger ausgeprägt, auf demselben Bilde da.

Die zugespitzten Endkolben des Quincke'schen α-Pilzes fehlen, wie wir gesehen, in meinen Bildern. Auch in Präparaten von Favusculturen, die das hiesige Laboratorium der Güte des Herrn Prof. Duclaux in Paris verdankte, fand ich keine Spur der Boer'schen noch der Quincke'schen septirten Endkolben.

Auf den grösseren oder kleineren Durchmesser der Mycelfäden ist, glaube ich, kein grosses Gewicht zu legen, da dieser mit verschiedenen äusseren Umständen, so bei spärlichem oder üppigem Wachsthum des Pilzes, durch mehr oder weniger Luft-

1) Archiv für exp. Pathologie und Pharmakologie 1886 Bd. 22 Heft 1 u. 2.

zutritt u. s. w. wechselt. Die Fäden, die ich in Duclaux' Präparaten wahrnahm, kamen mir auch viel schmäler vor, wie die meinigen.

Es sind also auf meinen Photographien Formen von jeder der Quincke'schen Varietäten vertreten; von dem α und β Favus auf verschiedenen meiner Bilder 1 bis 5; nun stammen aber 1 und 2 aus derselben Cultur und 3, 4 und 5 ausserdem sogar von demselben Haare, während beide Haare, von welchen die Culturen allmählich gezüchtet waren, im selben Augenblicke und von derselben Stelle bei einem 14 jährigen Knaben genommen sind, der seit sieben Jahren an Favus litt und auf dessen fast kahlem Kopfe nur noch einzelne charakteristische Scutula, ohne jede Veränderung der umgebenden Haut, sich vorfanden. Fig. 6 stammt zwar aus einer Borke eines anderen Kopfes, war aber weder klinisch noch mikroskopisch von den Borken des ersten Kopfes zu unterscheiden. Es scheint mir demnach, dass die Richtigkeit der Quincke'schen, wie er selbst sagt, unpräjudicirlichen Auffassung, als ob es sich hierbei um verschiedene Varietäten des Pilzes handle, noch weitere Belege erfordert.

Die körnigen Gebilde an den Seiten der Mycelfäden auf meiner Fig. 3 Tafel III, finde ich bei keinem der genannten Forscher, wenigstens in dieser Weise erwähnt oder abgebildet, sie scheinen also in ihren Culturen nicht vorgekommen zu sein.

Neben den hier beschriebenen Pilzformen erhielt ich mitunter Reinculturen von zwei selteneren Pilzen, die hier, ihres Vorkommens wegen, eine kurze Besprechung verdienen dürften. Mehrmals begegnete es mir, dass sich aus einer in Gelatine gebrachten, steril ausgezogenen Haarwurzel, ein im Anfang weiss-graulicher Pilz bildete; seine Farbe änderte sich später in braun und zuletzt in dunkelgrün, fast schwarz; alsbald zeigte es sich, dass es sich um eine Aspergillusart handelte, die sich, wegen des langen und kräftigen Fruchtträgers, der keulenförmigen Endkolben, der ungetheilten Sterigmen und der kleinen Conidien als Aspergillus clavatus [1])

---

1) Siebenmann a. a. O. S. 7. — Wilhelm, Beiträge zur Kenntnis der Pilzgattung Aspergillus 1877 S. 62.

erwies. Er hat allerdings mit dem Favus, auch makroskopisch, nicht die geringste Aehnlichkeit und könnte daher in unserem Falle unerwähnt bleiben; indessen dürfte es nicht ganz ohne Gewicht sein, auf ihn aufmerksam zu machen, weil es immer dieser Pilz war, den ich dann, wenn sich kein Achorion bildete, bei mit Haaren angelegten Culturen bekam und weil mehrere Sorten dieser Pilzgattung als Krankheitserreger bei Mensch und Thier bekannt sind.

Anders verhält es sich aber mit einem zweiten Pilze, der in Culturen mikroskopisch mit dem Achorion eine grosse Aehnlichkeit darbietet und auch dieselbe gelbe Unterfläche zeigt, so zwar, dass ich anfangs meinte, eine wirkliche Favuscultur vor mir zu haben (s. Fig. 3 Tafel II). Diesen Organismus erhielt ich als Reincultur, als ich in einem ziemlich niedrigen Raume, in dem mehrere hautkranke Kinder beisammen waren, von einer frisch vom Kopf genommenen Favusborke ein Reagenzglas mit sauer reagirender 2proc. Broddecoct-Agar impfte. Dieser Pilz wächst am besten bei Zimmertemperatur auf Broddecoct, doch auch auf anderen Nährmedien. Mikroskopisch besteht er aus äusserst feinen Mycelien mit zahllosen, überall an den Seiten der Fädchen angehefteten, eiförmigen oder länglichen, einzelligen, farblosen Sporen. Ich glaube ihn nach Leunis[1]) als Sporenschimmel, Sporotrichum, wahrscheinlich Sporotrichum laxum bezeichnen zu müssen. Die mikroskopische Form stimmt wenigstens mit der von diesem Pilze gegebenen Beschreibung völlig überein. Die Benennung laxum ist wohl nicht mit der festen Beschaffenheit des Pilzes meiner Cultur im Einklang, doch rührt dieser Unterschied vielleicht vom Nährboden her; auch beim Achorion haben wir doch gesehen, wie auf verschiedenen Nährböden derselbe Pilz das eine Mal fest, das andere Mal locker erscheint.

Was zum Schluss die Classification des Achorion Schoenleinii anbetrifft, so überlasse ich diese gerne den Botanikern vom Fach. Wohl ist schon spöttelnd bemerkt worden, dass die Sache trotz der vielen Untersuchungen, immer wieder den Botanikern

---

1) Synopsis 1886 Bd. 3 S. 461.

zugeschoben wird; ich glaube aber mit vollem Rechte. Hat doch der Nicht-Botaniker, der zaudernd und unsicheren Schrittes das so ausgedehnte Feld der Pilze betritt, schon mit der heutigen Terminologie seine schwere Noth; darum wünsche ich auch meine Arbeit nur als einen kleinen Beitrag zur weiteren Kenntnis des Favuspilzes betrachtet zu sehen. Vielleicht bringen spätere Untersuchungen das jetzt Bekannte zu einem abgeschlossenen Ganzen.

Amsterdam im Juli 1887.

Nachschrift.

Nachdem die obenstehenden Betrachtungen niedergeschrieben waren, kam mir eine neue Mittheilung des Herrn Prof. Quincke[1]) und eine Arbeit des Herrn Dr. Verujski[2]) zur Hand.

Von ersterem werden die Unterscheidungsmerkmale des α- gegenüber dem γ- und β-Pilze näher auseinandergesetzt und der α-Pilz als Favus herpeticus, der γ-Pilz als Favus vulgaris bezeichnet.

In Bezug hierauf kann ich nur wiederholen, dass sich in keiner meiner zahlreichen Culturen zugespitzte oder keulenförmige Endkolben resp. Makrogonidien vorfanden und dass alle meine Impfversuche resultatlos blieben. Noch sei bemerkt, dass nach meiner Ansicht und Erfahrung der Favus in hiesiger Stadt bestimmt nicht von Mäusen herrührt; er kommt, wenigstens recent, fast ausnahmslos bei Kindern aus den niederen Ständen vor; das Zusammensein in engen Räumen und auf den Schulen, vielleicht auch die Verwechselung der Kopfbedeckungen, Mützen u.s.w., sind wohl als Ursachen der Ansteckung zu betrachten. Einen herpetischen Ring habe ich, wie schon früher bemerkt, nie deutlich gesehen.

Was die interessante Arbeit des zweiten Autors anlangt, so macht auch dieser zunächst darauf aufmerksam, dass kleine

1) Monatshefte für praktische Dermatologie 1887 Nr. 22 S. 982.

2) Recherches sur la Morphologie et la Biologie du Trichophyton tonsurans et de l'Achorion Schoenleinii. Annales de l'Institut Pasteur 1887 Nr. 8 p. 360.

Aenderungen des Nährbodens für das Wachsthum der Pilze von grossem Einfluss sein können. Er erinnert beispielsweise an eine Arbeit Raulin's, wonach schon ein Zusatz von $^1/_{1600000}$ Argentum nitricum die weitere Entwickelung des Aspergillus niger aufhebt. Ferner hebt er hervor, dass, wenn nicht jeder Pilz in dem ihm am meisten passenden Medium cultivirt werde, leicht krankhafte Bildungen auftreten. Die früher von Grawitz betonte Gleichartigkeit des Achorion, des Trichophyton und des Oidium lactis, wovon übrigens Grawitz bekanntlich selbst zurückkam, würde daher, wie schon Duclaux[1]) behauptete, sich nur auf »formes de souffrance« beziehen, die mit einander leicht Aehnlichkeit zeigen können.

Die Formen der Mycelien sind, wie aus einer beigefügten, mit der Camera lucida angefertigten Zeichnung einer sieben Tage alten, bei 33 ° in der feuchten Kammer gezüchteten Cultur, hervorgeht, beim Verfasser sehr unregelmässig. Von Endkolben ist bei ihm auch keine Rede. Als Fructifications-Organe betrachtet er dagegen ähnlich wie zum Theil auch Boer, seitliche und endständige, von den Mycelien sich abschnürende Gebilde (Conidies myceliens et aeriens). Sein Bild stimmt am meisten mit meiner Fig. 6 Taf. IV überein, während der daneben abgebildete Luftmycelfaden mit zahlreichen Conidien, dem Boer'schen Bilde nicht unähnlich ist. Verfasser bemerkt, dass einzelne dieser Gebilde etwas stärker lichtbrechend zu werden beginnen als der Mycelfaden; das ist auf meinen Bildern auch zu sehen, aber nur dann, wenn der Mycelfaden nach unten, die Spore oder für mich der Anfang des Seitenastes, nach oben im Gesichtsfeld gekehrt ist; diese Erscheinungsweise im mikroskopischen Bilde hat daher meines Erachtens mit dem Inhalt des Gebildes nichts zu thun.

Von den vom Verfasser untersuchten zahlreichen Nährflüssigkeiten erwiesen sich Kalbs-Bouillon, ohne und mit Pepton, Molken, Ascitesflüssigkeit, Liebig'sche Bouillon als sehr gute; ebenso Weisse Rüben-Decoct und Malz- und Gerstenkeime-Infus (Eau de touraillons).

1) Mitgetheilt in der Société de Biologie 16. Jan. 1886. — Dr. H. Feulard. Teigne et teigneux 1886.

Verfasser meint, dass sowohl Trichophyton als Achorion in diesen Medien besonders ihre regelmässigen und typischen Formen annehmen.

Bei 26° erscheint der Pilz in 2 bis 3 Wochen an der Oberfläche, bildet dort kleine Knöspchen mit erhöhten Rändern (Godets) wie der klinische Favus und fängt an, Luftmycelien und Sporen zu bilden, die sich sehr leicht ablösen, so dass eine feuchte Kammercultur nöthig war, um sie in situ abzeichnen zu können.

Der eigenthümliche Mäusegeruch des Favus findet sich auch bei Verfasser's Culturen vor. Bei älteren Culturen pigmentiren sich die in der Flüssigkeit schwimmenden Mycelfäden. Ein fester Nährboden dünkt dem Verfasser im allgemeinen weniger zuträglich zu sein als ein flüssiger; die Pilzbildung erschien in diesem träger und weniger reichlich; dagegen nimmt die regelmässige und reichliche Bildung des Pilzes mit der Zahl der Generationen fortwährend zu; die Luftfäden werden zahlreicher, die anfangs schmutziggelbe Farbe wird weiss und die centrale Einsinkung tritt weniger deutlich hervor. Sehr schöne Photographien der verschiedenen Culturen erläutern die Mittheilungen des Verfassers. Zackige Formen, wie auf meiner Zeichnung, werden von ihm nicht erwähnt.

Impfversuche auf Meerschweinchen gaben dem Verfasser positive Resultate.

Verfasser empfiehlt weiter Culturproben zur Feststellung der Diagnose zwischen Favus und Herpes tonsurans in zweifelhaften Fällen und citirt einen hierauf bezüglichen Fall.

Schwierigkeiten in der Differential-Diagnose werden übrigens nach meiner Ansicht in dieser Hinsicht doch wohl sehr selten vorkommen; es müsste denn sein, dass zufällig der Kopf eines Patienten kurz zuvor so gründlich gereinigt war, dass kein einziges Borkchen übrig geblieben war. Einige Tage Zuwartens würden aber in einem solchen Falle genügen, um die Diagnose wenigstens mikroskopisch feststellen zu können.

Ueber die weitere Biologie des Pilzes, auf welche nach der Erhaltung der Reincultur sofort einzugehen es mir an Zeit gebrach,

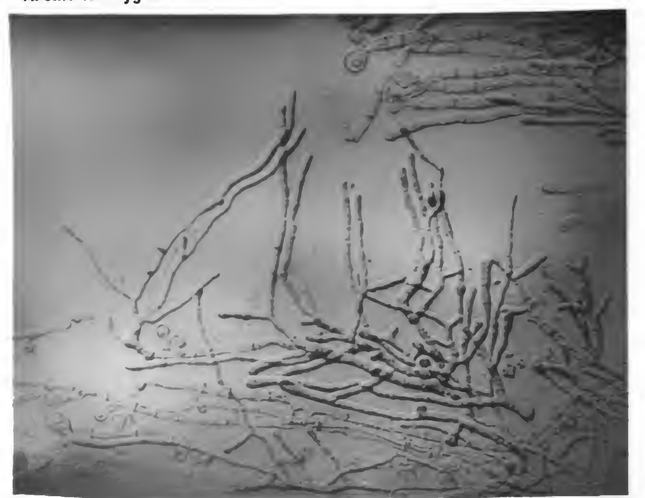


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

LICHTDRUCK VON J. OBERNETTER

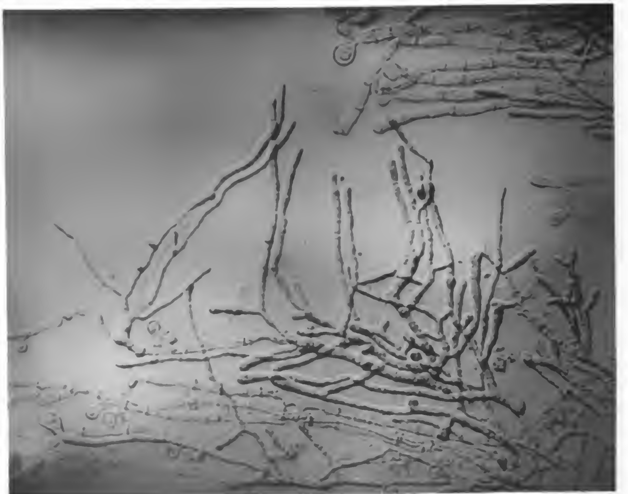


Fig. 1.



Fig. 2.

VERLAG VON R. OLDENBOURG IN MÜNCHEN UND LEIPZIG.



Fig. 3.

Fig. 4.

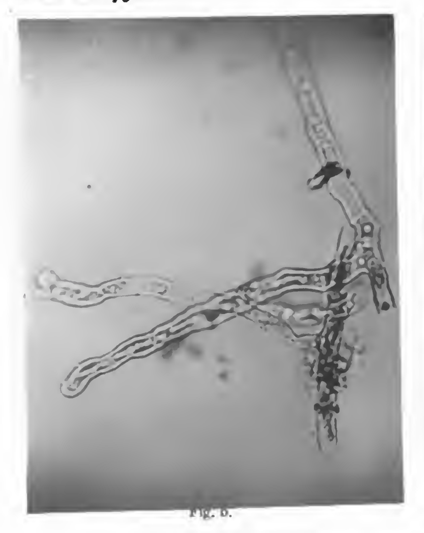


Fig. 5.

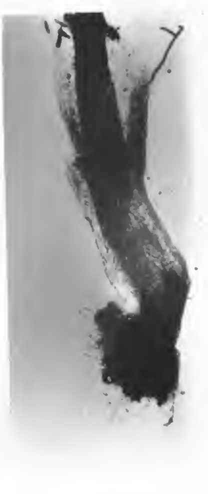


Fig. 7.



Fig. 6.

VERLAG VON R. OLDENBOURG IN MÜNCHEN UND LEIPZIG.



Fig. 8.

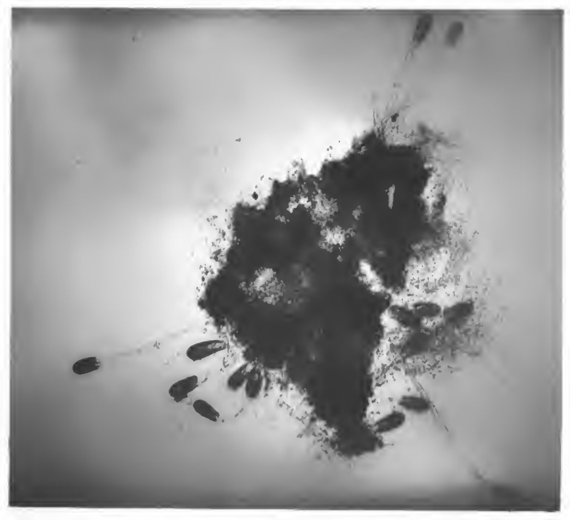


Fig. 9.

LICHTDRUCK VON J. OBERNETTER IN MÜNCHEN.

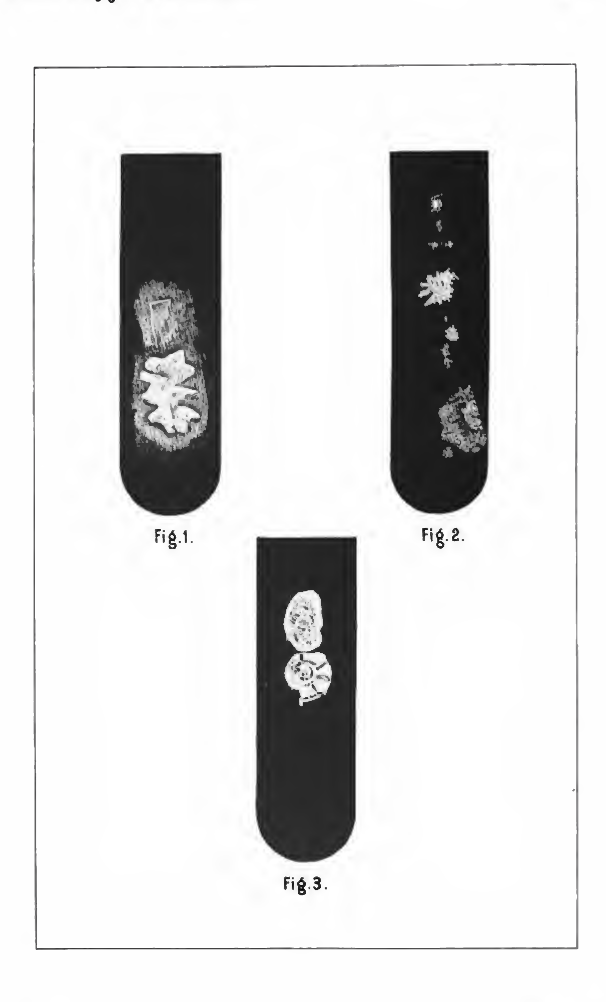


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

C. Krapf, lith. Carl Leykum, impr.

machte Verfasser so interessante Beobachtungen, dass ich dieselben hier kurz erwähnen möchte. Er fand, dass das Wachsthum der Pilze gefördert wird durch die Anwesenheit von 0,2 bis 0,3 Weinsäure auf 1 l Nährflüssigkeit, wie sie in den genannten Absuden vorkommt: stärkerer Säuregehalt, sowie Neutralisation geben weniger üppige Culturen. Die am meisten geeignete Temperatur ist 33°; bei 15° wachsen sie sehr langsam, viel schneller schon bei 25°. Das Licht bleibt ohne Einfluss.

Was den Verbrauch der Kohlenhydrate anlangt, so zeigte sich, dass der Zucker (Glucose) vom Achorion, selbst in weniger geeigneten Medien, kaum angegriffen wird; in gutem Nährboden fand Verfasser sogar eine kleine Vermehrung der Kupferoxyd reducirenden Substanzen. Vom Trichophyton wird der Zucker unter intermediärer Bildung von Oxalsäure verzehrt, was durch Zusatz von Glycerin gefördert wird. Achorion consumirt dagegen eine Menge stickstoffhaltiger Substanz.

Der Verbrauch an Nahrungsstoffen im Verhältnisse zu der erhaltenen Pilzmenge wurde vom Verfasser in Gewichten festgestellt und für Trychophyton eine künstliche Nährflüssigkeit angegeben.

Zum Schluss wird der deletäre Einfluss verschiedener Substanzen auf den Pilz studirt und auf Grund davon die Essigsäure in Dampfform für die Therapie empfohlen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel II.

Fig. 1. 14 Tage alte Favuscultur von einem Haare, 5. Generation. auf 2% alk. Bouillon-Pepton-Agar bei 30°.

Fig. 2. Gleiche Cultur auf Hydrocele-Agar bei 30°.

Fig. 3. 14 Tage alte Cultur von Sporotrichum auf Broddecoct-Agar bei Zimmertemperatur.

Luftuntersuchungen,

ausgeführt im hygienischen Institute der Universität Rostock,

von

Prof. **Dr. Uffelmann.**

Die nachfolgende Arbeit soll das Ergebnis der Luftuntersuchungen vorführen, welche seit mehr als einem Jahre im hiesigen hygienischen Institute ausgeführt worden sind. Dieselben haben sich mit der Feststellung des Gehaltes der atmosphärischen Luft und der Luft von Binnenräumen, insbesondere von Souterrains, an Kohlensäure, an organischer Substanz, an Keimen, an Ammoniak und an Feuchtigkeit, sowie mit der Zusammensetzung und dem Keimgehalt der Kanalluft befasst. Bei diesen Arbeiten kam es mir vor Allem darauf an, ein Ergebnis zu gewinnen, welches Anspruch auf Genauigkeit machen könnte. Zu dem Zwecke sind nicht bloss die Methoden der Untersuchung sorgfältig geprüft, und, wo sie nicht genügend erschienen, vervollständigt worden, sondern ich habe mich auch bemüht, eine möglichst grosse Reihe von Untersuchungen anzustellen. So wurden die Prüfungen der atmosphärischen Luft und derjenigen eines Souterrains auf Kohlensäure, Feuchtigkeit und Temperatur nahezu ein volles Jahr hindurch täglich, oft mehrmals täglich, durchgeführt und dadurch ein Material gewonnen, aus dem es zulässig erschien, bestimmte Schlüsse zu ziehen. Aber auch die Untersuchungen auf Ammoniak, auf organische Substanz und Keime wurden in einer ziemlich erheblichen Zahl angestellt.

Ueber den Werth regelmässig fortgeführter und nach zuverlässigen Methoden vorgenommener Untersuchungen der Aussen- und der Binnenluft brauche ich mich vor den Lesern dieses

Archives des Näheren nicht zu verbreiten und beschränke mich auf folgende wenige Worte. Die Luft ist dasjenige Medium, mit welchem der Mensch dauernde Berührung hat, zu welchem er dauernd in mehr als eine — unmittelbare oder mittelbare — Beziehung tritt. Es können die Schwankungen in der Zusammensetzung der Luft, sowie die Aenderungen in den physikalischen Eigenschaften derselben direct oder indirect krankmachend wirken. Insbesondere aber haben wir in ihr mit Bestimmtheit die Erreger vieler, wenn nicht der meisten, Infectionskrankheiten zu suchen. Aus diesen Gründen dürfen Luftuntersuchungen wohl das Interesse der Hygiene in Anspruch nehmen.

Ehe ich nun zur Mittheilung des Ergebnisses der Feststellungen übergehe, will ich die für letztere in Anwendung gezogenen Methoden beschreiben.

1. Die Methode der Kohlensäurebestimmung.

Den Gehalt der atmosphärischen Luft an Kohlensäure habe ich unter Anwendung von 2½ bis 4 l fassenden, farblosen Glasflaschen [1]) mittels Barytwasser, Phenolphtaleïn und Oxalsäure bestimmt. Ich füllte die Flaschen mit Leitungswasser, entleerte dasselbe durch Ausgiessen oder durch einen Heber, stellte die Flaschen so auf, dass das in ihnen verbliebene Wasser abträufeln konnte, liess noch in der Aussenluft 50 ccm des mit Phenolphthaleïn gefärbten Barytwassers (7,0 : 1000,0) einfliessen, verschloss darauf mit einem gut eingepassten paraffinirten Kork, der durch das Poroskop als für Luft impereabel erwiesen war, und zog über diesen Kork noch eine Doppelkappe von schwarzem Gummi, die unter dem Halse der Flasche mittels Gummischnur festgeschnürt wurde. Alsdann schüttelte ich eine Minute hindurch und stellte die Flaschen 20 bis 24 Stunden ruhig auf. Nunmehr wurde die Gummikappe gelöst, der Kork entfernt, sehr rasch ein bereitgehaltener doppeltdurchbohrter Gummikork aufgesetzt, 60 ccm frisch gekochten destillirten Wassers zum Abspülen der Wandung eingegossen, die hinreichend lang ausgezogene

1) Keine der Flaschen veränderte den Titre des acht Tage in ihr aufbewahrten Barytwassers von der unten angegebenen Stärke.

Spitze der Bürette durch die eine Oeffnung eingeschoben und alsbald direct in das trübe Barytwasser mit der Oxalsäurelösung (von 2,8636 : 1000) hineintitrirt. Ich glaube, dass diese Methode sehr geringe Fehlerquellen hat und wenigstens für atmosphärische Luft ein genaueres Resultat gibt, als die stricte nach der Vorschrift befolgte Methode v. Pettenkofer's. Wichtig ist, dass man das Barytwasser, mit Phenolphthaleïn gefärbt, noch in der zu untersuchenden Luft einfüllt, wichtig auch, dass der endgültige Verschluss noch in der letzteren erfolgt, und dass man die Flaschen nicht direct mit Gummikork verschliesst. (Kautschuk absorbirt Kohlensäure und kann bei Berührung mit alkalischer Flüssigkeit selbst Anlass zum Freiwerden von Kohlensäure geben [1]). Nothwendig ist endlich, dass man die Innenwand der Flasche mit kohlensäurefreiem destillirtem Wasser abspült.

Da in den Flaschen, wie ich sie benutzte, nach einem Abträufeln von zehn Minuten, im Durchschnitt 1,2 ccm Wasser zurückblieb, und dieses nur 0,01 ccm meines Barytwassers zur völligen Neutralisirung bedurfte, so konnte, zumal wenn dies jedesmal in Berechnung gezogen wurde, aus der Verwendung feuchter Flaschen ein Fehler nicht entstehen [2]). Was endlich das directe Hineintitriren in die trübe Barytflüssigkeit betrifft, so gilt dasselbe für unzulässig; aber es ist meiner Meinung nach, zumal bei der Prüfung der nur wenig Kohlensäure enthaltenden Aussenluft, unter der Voraussetzung sehr wohl zulässig, dass man die Flaschen nach dem Schütteln 20 bis 24 Stunden stehen lässt. Man fürchtet ja eben, dass der vorhandene kohlensaure Baryt die Endreaction merklich stört, und räth deshalb, nur in die durch Absetzenlassen geklärte Flüssigkeit zu titriren. Aber es steht fest, dass bloss der frisch gebildete, kohlensaure Baryt, weil etwas löslich, alkalische Reaction zeigt, dass aber der durch

---

1) Vgl. hierüber E. Pflüger, Zeitschrift f. analyt. Chemie Bd. 18 S. 302; ferner Müntz und Aubin in den Ann. de chimie et de phys. vol. XXVI p. 230.

2) Das Füllen der Flaschen mit einem Blasebalg kann leicht eine Fehlerquelle sein. Sehr oft wird nicht lange genug eingeblasen, und, wenn lange genug eingeblasen wird, besteht, wenigstens in Binnenräumen, die Gefahr, dass die kohlensäurereiche Athemluft des Füllenden miteingefüllt wird.

längeres Stehenlassen krystallinisch ausgeschiedene, weil so gut wie unlösliche, nur sehr schwach auf Phenolphthaleïn wirkt und diese Wirkung jedenfalls nur langsam ausübt. Thatsächlich tritt die Nachfärbung, wenn man nach 20stündigem Stehenlassen titrirt, so schwach und so verspätet auf, dass man die erste vollständige Entfärbung, auf welche ja Alles ankommt, ebenso schön und deutlich feststellen kann, wie bei der Titration ganz klarer Barytflüssigkeit.

Ein längeres Stehenlassen der mit Barytwasser geschüttelten Flaschen ist übrigens auch aus dem Grunde unerlässlich, weil die Absorption der Kohlensäure nicht binnen sehr kurzer Frist stattfindet. Nach de Saussure soll das Barytwasser binnen einer Stunde alle Kohlensäure absorbirt haben; ja Flügge hält bereits eine halbe Stunde für genügend; v. Pettenkofer räth, höchstens zwei Stunden zu warten, und Blochmann [1]) fordert ein Stehenlassen von wenigstens sechs Stunden. Ich stimme letzterem durchaus bei und glaube, dass man bei Verwendung einer Barytlösung der oben notirten Stärke niemals vor Ablauf von sechs Stunden hoffen darf, aus atmosphärischer Luft sämmtliche Kohlensäure absorbirt zu haben. Als ich, um die Schnelligkeit der Absorption zu ermitteln, fünf Flaschen unmittelbar hintereinander auf dem nämlichen Hofe in absolut gleicher Höhe mit Aussenluft füllte und den Kohlensäuregehalt bestimmte, fand ich folgende Werthe:

Flasche		nach			
Flasche	I	nach	1/2	Stunde	3,30 ‰ CO_2
„	II	„	2	„	3,37
„	III	„	5	„	3,40
„	IV	„	6	„	3,42
„	V	„	8	„	3,42

In einer zweiten Versuchsreihe fand ich:

Flasche		nach			
Flasche	I	nach	1/2	Stunde	3,39 ‱ CO_2
„	II	„	2	„	3,44
„	III	„	4	„	3,46
„	IV	„	6	„	3,47
„	V	„	8	„	3,46

1) Blochmann, J. v. Liebig's Annalen der Chemie Bd. 237.

Ungleich rascher findet die Absorption der Kohlensäure statt, wenn man immer aufs neue stark schüttelt. Für solchen Fall, aber auch lediglich für diesen, wird es genügen, wenn man eine halbe Stunde bis zur Titration wartet. Man muss dann aber alle 3—4 Minuten schütteln. Doch hat dies nur für denjenigen Werth, welcher nach der Methode v. Pettenkofer's untersuchen, nicht direct in die trübe Flüssigkeit hineintitriren will. In letzterem Falle rathe ich, stets 20 bis 24 Stunden zu warten.

Für die Untersuchung der Luft von Binnenräumen habe ich in der Regel ganz dasselbe Verfahren angewandt, welches ich vorhin schilderte; nur nahm ich zum Abspülen der Innenwand meiner Flaschen (statt 60) 100 ccm kohlensäurefreies Wasser. Nach Flügge[1]) gibt das Hineintitriren in die trübe Barytflüssigkeit ganz unbrauchbare Resultate, sobald der Kohlensäuregehalt der betreffenden Luft ein erheblicher, die Trübung jener Flüssigkeit also eine starke ist. Aber er lässt auch lediglich 30 Minuten stehen, und titrirt man dann, so trifft vollständig zu, was er von der Schwierigkeit sagt, den Eintritt der Endreaction genau zu erkennen. Wartet man dagegen etwa einen Tag, so verschwindet diese Schwierigkeit, wenigstens für denjenigen, welcher sich eingeübt hat und nicht zu langsam arbeitet. Ohne ausreichende Einübung soll man aber überhaupt die Ergebnisse der Kohlensäurebestimmung nicht als sichere registriren. Ganz gewiss kann von einer Schwierigkeit, den Beginn der Endreaction zu erkennen, nicht die Rede sein, wenn der Kohlensäuregehalt unter 15 ‱ liegt. Ist er höher, so erscheint es nicht ganz leicht, in dem betreffenden Augenblicke zu entscheiden, ob die rothe Farbe verschwand oder nicht. Man kann sich dann helfen, indem man rasch die Flasche erhebt und von der Seite durch eine tiefere Schicht hindurchblickt. Immer aber habe ich bei derartig hohem Kohlensäuregehalt der Selbstcontrole wegen eine doppelte Bestimmung, nämlich eine nach den vorher angegebenen und eine nach der v. Pettenkofer'schen Methode gemacht. Bei An-

---

1) Flügge, Lehrbuch der hyg. Untersuchungsmethoden S. 129.

wendung der letzteren wurde mittels des Aspirators gefüllt, wenn irgend möglich, noch innerhalb der zu untersuchenden Luft die Einführung des Barytwassers besorgt und wenigstens acht Stunden stehen gelassen. Auch spülte ich die Flasche vor der Titration mit 100 ccm kohlensäurefreien, destillirten Wassers, wie bei meinem eigenen Verfahren aus.

So erhielt ich Resultate, welche zwar niemals völlig übereinstimmten, aber doch keineswegs in bedeutendem Grade von einander differirten. In der Regel erwiesen sich dabei die nach der Methode v. Pettenkofer's gewonnenen Werthe der Kohlensäure etwas höher, als die nach meiner eigenen Methode erhaltenen. Die folgende Tabelle mag dies illustriren und zugleich einen Maassstab für die Grösse der Differenz abgeben.

Es betrug der Kohlensäuregehalt im Erdkeller [1]) des derzeitigen hygienischen Institutes:

	nach meiner Methode	nach v. Pettenkofer's Methode
am 4. Mai 1887	15,48 ‰o	15,50 ‰o
„ 5. „ „	18,00	18,15
„ 6. „ „	17,46	17,56
„ 7. „ „	15,48	15,40
„ 8. „ „	15,00	15,33
„ 9. „ „	15,25	15,49
„ 10. „ „	15,37	15,35
„ 11. „ „	16,42	16,60
„ 12. „ „	19,60	19,84
„ 13. „ „	19,77	20,01
„ 14. „ „	19,00	19,04
„ 15. „ „	18,78	19,06
„ 16. „ „	19,10	19,13
„ 17. „ „	20,22	20,06.

Aus einem Vergleiche dieser Ziffern geht hervor, dass, selbst wenn die Methode v. Pettenkofer's für die richtigere angenommen wird, das directe Hineintitriren in die trübe Barytflüssigkeit auch bei erheblichem Gehalt derselben an kohlensaurem

1) Die Beschreibung dieses Kellers wird der Leser weiter unten finden.

Baryt unter den oben betonten Cautelen kein sehr grosser Fehler ist. Aber ich glaube auch, dass die erstbezeichnete Methode selbst unter den Cautelen, deren ich vorhin erwähnte, ein völlig richtiges Resultat nicht gibt, weil das Ausgiessen der Barytflüssigkeit in ein anderes Glas und das Abheben eines Theiles der geklärten Flüssigkeit nothwendig Fehler mit sich bringt, selbst für den sehr eingeübten Forscher, und meine, dass diese Fehler mindestens ebenso schwer wiegen, wie diejenigen, welche bei der von mir angewandten Methode eintreten.

Ich habe übrigens noch einen directen Beweis dafür, dass die Methode, mit Oxalsäure auch in recht trübe Barytflüssigkeit hineinzutitriren, unter der von mir wiederholt angegebenen Voraussetzung durchaus zulässig ist und ein ausreichend genaues Resultat ergibt. Dieser Beweis liegt in Folgendem: Es wurde eine genau 4 l fassende Glasflasche mit der Luft des Kellers im hygienischen Institute gefüllt, nachdem der Kohlensäuregehalt vorher regelmässig bestimmt und einigermaassen bekannt war. Dann wurde die Flasche noch im Keller mit einem doppelt durchbohrten Schwarzkautschukkorke geschlossen, durch die eine Oeffnung desselben die lang ausgezogene Spitze einer kurzen, zu diesem Zwecke gearbeiteten Glashahnbürette[1]), dann durch diese noch ausserhalb des Kellers 22 ccm Phenolphtaleïnbarytwasser eingeführt, die andere Oeffnung geschlossen, die Flasche hin- und hergeschwenkt, stehengelassen, alsdann nach einer halben Stunde die Flüssigkeit blass erschien, 0,5 ccm Phenolphthaleïnbarytwasser hinzugelassen, als nach einer weiteren Stunde die Flüssigkeit wieder erblasste, noch 0,2 ccm jenes Wassers, und schliesslich nach einer halben Stunde noch einmal 0,1 ccm hinzugefügt. Jetzt blieb die Farbe kaum erkennbar röthlich, auch noch nach 20 vollen Stunden, so dass nunmehr zweifellos alle Kohlensäure absorbirt war. Ganz gleichzeitig war eine zweite ebenfalls genau 4 l fassende Glasflasche mit derselben Luft angefüllt worden. In diese Flasche brachte ich unter den vorhin bezeichneten Cautelen 30 ccm Phenolphthaleïnbarytwasser, schloss, schüttelte, liess

1) Dieselbe passte genau in die Oeffnung hinein und schloss sie völlig luftdicht ab.

24 Stunden stehen, titrirte mit Oxalsäurelösung und fand, dass von dieser verbraucht wurden = 7,15 ccm. Es entsprachen 24,5 ccm der Oxalsäurelösung genau 25 ccm des Phenolphthaleïnbarytwassers, die 22,8 ccm des letzteren also 22,34 ccm jener Säurelösung. Die 30 ccm Phenolphthaleïnbarytwasser entsprachen 29,40 ccm der Oxalsäurelösung. Da nun 7,15 ccm verbraucht wurden, so stellte sich die Differenz (= 22,34 und 22,25) sehr gering. Der CO_2-Gehalt betrug nach der einen Berechnung = 28,20 ‱, nach der anderen 28,09 ‱.

Eben nach dem Niederschreiben dieses Abschnittes erhalte ich die Dissertation von Victor Feltz[1]), welche sich auch mit der Kohlensäurebestimmung befasst. Der Autor, welcher unter Dragendorf in Dorpat arbeitete, hat gleichfalls die Methode v. Pettenkofer's aufgegeben und direct in die trübe Barytflüssigkeit hineintitrirt. Auch er brachte das Barytwasser gleich am Orte der Füllung[2]) in die Flasche, verschloss letztere mit doppelter oder dreifacher Kautschukplatte, schüttelte ½ bis 2 Stunden und titrirte darauf mit Oxalsäure, nachdem er 50 ccm abgekochten Wassers zum Abspülen der Innenwandung einlaufen liess. Er überzeugte sich dabei, dass ein über 30 Minuten hinaus fortgesetztes Schütteln nicht erforderlich ist, und dass auch ein längeres Stehenlassen das Resultat in keinerlei Weise beeinflusst, überzeugte sich ferner, dass die Einführung des gekochten Wassers eine Fehlerquelle durchaus nicht abgibt und berechnete schliesslich den Kohlensäuregehalt nach der Formel:

$$V0 = \frac{(V - 50)\,(b - a)}{760\,(+\,t\alpha t)}$$

in welcher V das Volumen der Flasche,
b den auf 0 reducirten Barometerstand,
a die jeweilige Tension des Wasserdampfes,
t die Temperatur,
α die Ausdehnungscoëfficienten der Luft

bedeutet.

1) V. Feltz, Der Kohlensäuregehalt der Luft in Dorpat. Diss. 1887.

2) Die Füllung wurde nicht durch einen Blasebalg, sondern durch Aspiration bewirkt, was gewiss zweckmässiger ist.

Das Resultat, welches V. Feltz bekam, und welches ich weiter unten in Ziffern vorführen werde, zeichnet sich aus durch den sehr niedrigen Werth für den Kohlensäuregehalt. Ich möchte beinahe glauben, dass der Autor, der in der Regel nur ½ Stunde wartete, doch nicht alle Kohlensäure absorbirt erhielt. Vielleicht hat er nicht ausgiebig geschüttelt und hätte jedenfalls gut gethan, immer erst am folgenden Tage zu titriren, um die Endreaction besser erkennen zu können.

Die Formel, nach welcher ich den CO_2-Gehalt berechnete, war die folgende:

$$V_1 = \frac{V \cdot B}{760 \cdot (1 + 0{,}003665 \cdot t)}$$

in welcher V_1 das gesuchte Volumen,
V das Volumen der Versuchsflasche,
B den jeweiligen Barometerstand,
t die Temperatur

bedeutet.

2. Die Methode der quantitativen Bestimmung der organischen Substanz in der Luft.

Die Menge der organischen Substanz in der Aussen- und Binnenluft bestimmte ich durch eine Kalipermanganatlösung, von der 1 ccm = 0,395 mg enthielt, demnach 0,1 mg O oder 0,07 ccm O abgab und 0,7875 mg Oxalsäure zu oxydiren vermochte. Die Anwendung geschah in folgender Weise:

An einem, 1 l fassenden, Aspirator war durch eine Klammer in senkrechter Lage ein Reagenzglas befestigt, welches vorher durch Kochen mit Kalipermanganatlösung von aller oxydablen Substanz befreit worden war. Dasselbe erhielt eine Füllung von 9 ccm reinsten, im Institute selbst destillirten Wassers und genau 1 ccm der Kalipermanganatlösung nebst einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure und wurde dann mit einem doppelt durchbohrten Kautschukkork geschlossen. Durch die eine Oeffnung reichte ein in Kalipermanganatlösung mehrfach ausgespültes Glasrohr bis zum unteren Ende des Reagenzglases. Dieses Glasrohr hatte oberhalb des Korkes eine halbkugelförmige Ausbuchtung

und enthielt hier reinste, mit Kalipermanganat behandelte, dann mit reinstem destillirtem Wasser ausreichend gespülte und wieder getrocknete, nach dem Trocknen zerkleinerte Glaswolle, oder auch geglühte und zerkleinerte Asbestmasse, gepresst in 2,0 ccm hoher Schicht. Durch die zweite Oeffnung des Kautschukkorkes reichte ein anderes Glasrohr nur eben bis an die untere Fläche des Korkes und war an seinem, den letzteren nach oben überragenden, Ende durch einen Kautschukschlauch in Verbindung gebracht mit einem rechtwinklig gebogenen Glasrohr, welches aus einem, die obere Oeffnung des Aspirators hermetisch schliessenden, Kautschukkorke hervorging. Wurde der unten am Aspirator befindliche Hahn geöffnet, so floss hier das im Aspirator gesammelte Wasser (1 l) ab, und gleichzeitig drang Luft durch die Glaswolle und das lange Glasrohr in die Kalipermanganatlösung des Reagenzglases, aus ihr in das kürzere Glasrohr und durch letzteres, bzw. den Kautschukschlauch und das rechtwinklig gebogene Glasrohr in den Aspirator. Nach vollständiger Entleerung des letzteren, worauf etwa 12 Minuten verstrichen, wurde er neu gefüllt und dies wiederholt, bis 10, 15, 20 oder noch mehr Liter Luft hindurchgegangen waren. Es wurde sodann die Glaswolle, bzw. die Asbestmasse, mit 60 ccm reinsten destillirten Wassers, 2 ccm Kalipermanganatlösung, 1 ccm verdünnter Schwefelsäure in einem absolut reinen Glase übergossen, geschüttelt, fünf Minuten gekocht und mit Oxalsäure (von 0,7875 auf 1000,0 in zehnfacher Verdünnung) titrirt. Ebenso wurde die im Reagenzglase befindliche Kalipermanganatlösung 5 Minuten gekocht und mit dieser verdünnten Oxalsäurelösung titrirt. So erhielt ich die Werthe für die Mengen Kalipermanganat, welche nöthig waren zur Oxydation der staubförmigen und der gasigen oxydablen Substanz, die in der untersuchten Luft vorhanden war.

Diese Methode gibt ungemein brauchbare Resultate, wenn man nur nicht zu rasch durchlaufen lässt. Ein gutes Merkzeichen besitzt man ja an dem Quirlen der Luftblasen in der Füllung des Reagenzglases. Es muss aber anderseits sehr darauf geachtet werden, dass die Glaswolle resp. Asbestmasse vollständig trocken ist, weil sonst der Durchtritt der Luft erschwert oder ganz unmöglich wird.

Ein noch compendiöserer Apparat als der soeben beschriebene, ist der folgende, ebenfalls von mir construirte und vielfach benutzte. Auf einer rundlichen Holzplatte stehen zwei Probirgläser mit flacher Basis; sie werden in der Nähe ihres unteren und oberen Endes durch einen Reifen zusammengehalten, welcher durch leichte Ausbuchtungen jedes Glas noch besonders fixirt. Beide Gläser tragen doppelt durchbohrte Gummikorke und sind durch Glasröhren, welche durch diese Korke hindurchgehen, so mit einander verbunden, dass Luft, welche in das erste Probirglas eintritt, auch das zweite durchlaufen kann. Nun trägt das Glasrohr, durch welches die Luft in das erste Probirglas eintreten soll, an seinem oberen Ende eine Ausbuchtung zur Aufnahme reinster, zerkleinerter Asbestmasse oder Glaswolle und dringt abwärts bis ins untere Ende dieses Probirglases I, welches hier eine sehr verdünnte Lösung von Kalihydrat in reinstem, destillirtem Wasser enthält. Das zweite Glasrohr dieses nämlichen Probirglases I beginnt aber unterhalb des Kautschukkorkes und läuft dann mit einem Bogen in das zweite, mit sehr verdünnter Schwefelsäure gefüllte, Probirglas, um hier nahe dem unteren Ende desselben inmitten der Flüssigkeit zu enden. Eben unterhalb des Kautschukkorkes dieses Probirglases II beginnt ein anderes Glasrohr, welches oberhalb des Korkes unter rechtem Winkel gebogen und hier an seinem Aussenende einen Kautschukschlauch trägt. Dieser hat ganz nahe dem Glasrohr einen ihn selbst schräg durchschneidenden Schlitz und steht an seinem anderen Ende in Verbindung mit einer Hartgummispritze, die ganz genau 50 ccm fasst. Wird der Stempel ausgezogen, so dringt Luft durch die Asbestmasse in das Probirglas I, in dessen Flüssigkeit, aus letzterer mittels des gekrümmten Glasrohres in Probirglas II, in dessen saure Flüssigkeit und weiterhin durch das recktwinkelig gebogene Glasrohr in den Gummischlauch bzw. die Gummispritze. Schliesst man darauf mit zwei Fingern den Gummischlauch unmittelbar da ab, wo er von dem rechtwinkelig gebogenen Glasrohr abgeht und schiebt man den Stempel wieder vor, so entweicht die Luft aus dem Schlitz, der vorher durch den Druck der Atmosphäre geschlossen war, jetzt aber durch den Druck

der gegen ihn andringenden Luftmasse sich öffnet. Jetzt sind 50 ccm der zu untersuchenden Luft durch den Apparat gegangen. Man erneuert nunmehr die Stempelbewegungen und kann so 10, 15, 20 und mehr Liter hindurchtreten lassen, um darauf die Asbestmasse, den Inhalt des Probirglases I sowie des Probirglases II in der vorhin angegebenen Weise einzeln oder vereinigt auf organische Substanz zu untersuchen.

Selbstverständlich wird man auch bei Anwendung dieses Apparates dafür sorgen müssen, dass die Luft langsam und möglichst gleichmässig hindurchtritt, sowie, dass alle Gläser und Glasröhren nur völlig rein in Benutzung genommen werden. Unter diesen Cautelen ist der Apparat sehr wohl anwendbar. Sein Hauptvorzug liegt darin, dass er leicht transportabel ist und überall, z. B. auch in Kloakenkanälen, ohne jede Unbequemlichkeit benutzt werden kann.

Um die staubförmigen organischen Substanzen der Luft zu bestimmen, benutze ich sehr oft ein drittes Verfahren, nämlich folgendes:

Eine 10 l fassende Flasche wird mit Leitungswasser ganz gefüllt, ein doppelt durchbohrter Kautschukkork fest aufgesetzt, durch die eine Oeffnung ein Glasheber tief eingeführt, in der anderen ein Glasrohr befestigt, welches mit seinem unteren Ende den Wasserspiegel nicht berührt, an dem oberen bauchigen Ende aber mit mehrfach ausgeglühter, ziemlich fest gepresster Asbestmasse reichlich 2 cm hoch gefüllt ist. Durch den Heber wird das Wasser in etwa 40—45 Minuten entleert. Ich entnehme sodann die Asbestmasse mit reiner, geglühter Pincette, bringe sie in 60 ccm reinsten destillirten Wassers, schüttle stark, füge 2 und nach Umständen mehr Cubikcentimeter Kalipermanganatlösung nebst 1 ccm verdünnter Schwefelsäure hinzu, koche 5 Minuten und titrire mit Oxalsäure in bekannter Stärke.

Da die Menge der organischen Substanz in der Luft, namentlich der äusseren, nur eine relativ geringfügige ist, so kommt Alles darauf an, nicht zu kleine Volumina Luft zu untersuchen und sehr sorgsam zu titriren. Was das Letztere anbetrifft, so hat mir niemals die übliche Methode genügt, das Zulaufenlassen der

Oxalsäurelösung bei einem bestimmten Farbentone der mit Kalipermanganat gefärbten Flüssigkeit zu sistiren. Es sind dabei Fehler unvermeidlich, welche bei der Untersuchung von Wasser allerdings wenig ins Gewicht fallen, bei der Untersuchung der Luft aber aus dem soeben angegebenen Grunde ausserordentlich belangreich sind. Ein Zuviel oder Zuwenig von nur 0,05 ccm der Oxalsäurelösung würde für unsere Prüfung das Resultat unter Umständen um 20—30 % zu niedrig oder zu hoch gestalten. Um diesen, aus der Betrachtung mit dem blossen Auge erwachsenden Fehler zu eliminiren, bediene ich mich — übrigens auch bei der Untersuchung von Wasser — ganz regelmässig des Spectroskops, und zwar des für diesen Zweck so ausserordentlich geeigneten Taschenspectroskops von Schmidt-Haensch. Bekanntlich gibt die hinreichend verdünnte Kalipermanganatlösung ein sehr deutliches Absorptionsspectrum von zwei centralen dunkleren und zwei lateralen matteren Bändern. Dasselbe schwindet in dem Augenblicke, wo die letzte Spur von Kalipermanganat zersetzt wird. Ich untersuche nun, wenn die rothe Farbe im Verschwinden ist, mit dem Spectroskope und höre mit dem Zusatze von Oxalsäure auf, wenn die beiden centralen dunklen Bänder, die sich am längsten halten, nur noch ganz, ganz schwach erkennbar, die beiden lateralen aber bereits völlig geschwunden sind. Diese Prüfung nehme ich vor in einer 4 ccm tiefen Schicht und gewinne dadurch ein viel genaueres Resultat als ohne Anwendung des Spectroskopes.

3. Die Bestimmung der Mikroorganismen in der Luft nach Zahl und Art.

Zu der Zeit, als ich meine Untersuchungen über den Gehalt der Luft an Mikroorganismen begann, waren nur solche Methoden bekannt, welche ein voll befriedigendes Resultat nicht geben konnten. Ich rechne zu ihnen auch die beiden viel geübten Methoden Hesse's und Miquel's. Inzwischen haben Petri[1]) und Frankland[2])

1) Petri, Zeitschrift für Hygiene Bd. 3 S. 1.

2) P. Frankland, Zeitschrift für Hygiene Bd. 3 S. 2.

Verfahren mitgetheilt, welche wesentlich zuverlässiger sind, ja Fehlerquellen kaum noch aufweisen, wenn sie der Vorschrift gemäss zur Ausführung gelangen. Sie beruhen darauf, dass ein bestimmtes Quantum Luft durch ein filtrirendes Material, in dem einen Falle sterilen Sand, in dem anderen sterile Glaswolle, gesogen wird, und dass dann die Untersuchung der letzteren auf ihren Keimgehalt nach der üblichen Methode mittels des Platten- oder Esmarch'schen Verfahrens erfolgt. Ein ähnliches Princip verfolgt meine seit nunmehr etwa 2 Jahren angewandte Methode, über welche ich bereits im October 1887 kurz berichtet habe. Es ist dies die folgende:

Ich benutze den vorhin erwähnten Aspirator mit dem senkrecht an ihm befestigten Cylinderglase und verwende ihn genau so, wie bei der Prüfung der Luft auf organische Substanz. Nur enthält das Cylinderglas für die Untersuchung der Luft auf die Zahl der Keime bloss 5 ccm reinstes destillirtes, steriles Wasser, und ist mit dem Kautschukkork, den beiden Glasröhren, die ihn durchsetzen, und dem Kautschukschlauch, welcher die kurze Glasröhre mit dem oberen Theile des Aspirators verbindet, vor dem Gebrauche durch strömenden, heissen Dampf sterilisirt worden, wobei das Eindringen von Feuchtigkeit in die vorher mit trockener Hitze sterilisirte Glaswolle durch Aufsetzen eines derben Wattetampons auf die obere Oeffnung des Glasrohrbauches verhütet wird. Beim Oeffnen des Aspiratorhahnes dringt die zu untersuchende Luft in die Glaswolle, welche hinreichend fest gepresst ist, darauf in das Wasser und jenseits des Wassers in den Aspirator. Nachdem 1 l ausgeflossen ist, wird neu gefüllt, und dies wiederholt, bis 10, 15 oder 20 l Luft filtrirt sind. Dann ziehe ich den Gummischlauch von der kurzen, senkrechten Glasröhre, lüfte den Gummikork des Cylinderglases, lockere mit einem geglühten Platinstäbchen die Glaswolle, stosse sie in das Wasser des Cylinderglases, schliesse dieses wieder mit sterilisirter Watte, schüttele Flüssigkeit und Glaswolle, bis letztere sich gleichmässig im Wasser vertheilt, lüfte den Watteverschluss, giesse verflüssigte sterile Nährgelatine nach kurzem Erhitzen der oberen Oeffnungen der betreffenden Gläser hinzu, verschliesse aufs neue mit steriler

Watte, schüttele noch einmal und suche nun nach E. Esmarch's Methode die Masse rings an den Wänden rasch zum Erstarren zu bringen. Es empfiehlt sich eben deshalb, nicht viel Wasser — ich sagte vorhin 5 ccm — dagegen recht concentrirte Gelatine zu verwenden.

In dem Cylinderglase entwickeln sich nun innerhalb der nächsten Tage die Keime zu Colonien, welche dann nicht bloss mit Leichtigkeit gezählt, sondern auch mit schwacher Vergrösserung betrachtet werden können, und aus welchen man ohne Mühe mit geglühten Platinnadeln kleine Partikelchen zur weiteren Untersuchung entnehmen kann.

Dies Verfahren hat sich mir in sehr hohem Maasse bewährt. Ursprünglich verwandte ich zwei Glaswollschichten, habe dann aber die eine fortgelassen, weil ich sah, dass die zweite stets steril blieb. Ich bemerke jedoch, dass ich die Glaswolle sehr fein zerkleinere und fest einpresse. Das Wasser ist nicht überflüssig. Es dient dazu, uns anzuzeigen, dass der Apparat richtig functionirt. Man erkennt dies ja an dem Quirlen der Flüssigkeit. Ausserdem erhöht die Anwesenheit des Wassers die Sicherheit des Apparates, insofern es eventuell durchschlüpfende Keime auffangen würde. Ein Wachsen derselben in dem aller Nährstoffe baren, stetig bewegten Wasser ist mit Bestimmtheit auszuschliessen. Was das Schütteln der Glaswolle mit diesem Wasser anbelangt, so glaube ich, dass es unnöthig, ja bedenklich ist, dasselbe eine volle halbe Stunde fortzusetzen, wie man dies vorgeschlagen hat, unnöthig, weil man die Trennung der Verbände von Keimen sehr wohl auch durch weniger anhaltendes Schütteln erreicht, und bedenklich, weil ein solches lange fortgesetztes Schütteln möglicherweise die Entwickelungsfähigkeit einzelner Pilze beeinträchtigt. Es genügt nach meinen Beobachtungen vollständig, wenn man einige Minuten ziemlich kräftig hin und her schüttelt. Endlich halte ich es gerade bei Untersuchung der Luft für ungemein empfehlenswerth, die Nährgelatine nicht, wie üblich, auf Platten auszugiessen. Denn es ist hierbei erfahrungsgemäss der Zutritt von Mikroorganismen kaum vollständig fernzuhalten, so dass dann beim Hervortreten von Colonien die Frage ihrer Provenienz nicht immer

mit voller Sicherheit beantwortet werden kann; ein Umstand, welcher sehr ins Gewicht fällt, wenn es sich, wie meistens bei der Prüfung von Luft, um nur eine geringfügige Zahl derartiger Colonien von Keimen handelt.

Um über die Arten der in der Luft vorhandenen Mikroorganismen mich zu orientiren, habe ich aber nicht bloss die eben beschriebenen Reagenzglasculturen hergestellt, sondern auch Platten mit Nährgelatine, sterilisirte Kartoffelscheiben, ferner sterile Milch und sterile Fleischbrühe in Gefässen mit weiter Mündung eine bestimmte Zeit der Luft ausgesetzt und nachher gemäss den Regeln der bacterioskopischen Technik weiter behandelt. Es erschien mir dies namentlich in Bezug auf das Auffinden von pathogenen Spaltpilzen unerlässlich. Es steht ja fest, dass sie keineswegs alle in und auf demselben Nährmedium wachsen. Beschränkte ich mich also auf die Reagenzglasculturen, so musste ich gewärtig sein, dass mir einzelne Arten ganz entgingen.

Es wurden ferner kleine Partikelchen Staubmasse, welche auf vorher sorgsam gereinigten und sterilisirten Glasplatten draussen bei ruhiger Luft und in den untersuchten Binnenräumen sich ansammelten, mit sterilisirten Platinösen oder Lancettchen in Nährgelatine gebracht, auf Kartoffelscheiben vertheilt, auf steriles geronnenes Blutserum eingerieben. Ich hoffte auf diese Weise noch mehr Sicherheit zu gewinnen, dass mir keine Art von Spaltpilz, insbesondere keine pathogene Art entschlüpfte. Es wird sich zeigen, dass trotz aller Sorgfalt und Mühe die Ausbeute auf diesem Gebiete keine sehr erhebliche gewesen ist. Das soll mich aber nicht abhalten, auf dem beschrittenen Wege fortzufahren, der mir der richtige zu sein scheint. Es muss gelingen, wenigstens in der Luft der Binnenräume die Erreger einer Reihe von Krankheiten aufzufinden, wenn man nur mit der nöthigen Consequenz handelt und sich nicht auf einige gelegentliche Untersuchungen beschränkt.

4. Die Methode der Bestimmung des Ammoniakgehaltes in der Luft.

Der Nachweis des Vorhandenseins von Ammoniak in der Luft ist leicht zu erbringen, wenn man nach folgender Methode prüft:

Mit einem Zerstäubungsapparate wird ammoniakfreies, destillirtes Wasser aus der Entfernung von etwa 1 m gegen eine schräg aufgestellte, reine Glasscheibe zerstäubt und das von ihr abträufelnde Wasser in einer reinen Porcellanschale aufgefangen. Sind 15 bis 20 ccm gesammelt, so prüft man mit Nessler's Reagens. Es gelingt, mit diesem Verfahren in kürzester Frist zu constatiren, ob Ammoniak vorhanden ist, oder nicht.

Um dasselbe quantitativ zu bestimmen, liess ich unter Benutzung eines Aspirators Luft sehr langsam durch 10 ccm eines mit verdünnter Schwefelsäure schwach angesäuerten ammoniakfreien destillirten Wassers streichen, versetzte letzteres, nachdem 20—30 l hindurchgestrichen waren, mit Nessler's Reagens und verglich die durch dieses hervorgerufene Gelbfärbung mit derjenigen, welche es in Ammoniaklösungen von bekanntem Gehalte erzeugte. Ich benutzte zum Vergleiche eine Lösung von 0,3147 Salmiak in 1 l Wasser, die somit = 0,1000 Ammoniak in 1 l entsprach, und die beim Vergleiche (nach Zusatz von Nessler's Reagens) mit so viel Wasser verdünnt wurde, bis völlige Gleichheit des Farbentones erreicht schien. Konnte Gelbfärbung nur eben noch wahrgenommen werden, so war der Ammoniakgehalt = 0,005 mg : 100 ccm Wasser.

5. Die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit.

Die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit habe ich durchweg mit dem feststehenden August'schen Psychrometer, nur vergleichsweise mit dem Haarhygrometer von Klinkerfues vorgenommen. Dies letztere gibt namentlich bei sehr niedrigem und sehr hohem Feuchtigkeitsgehalte ganz unsichere Resultate, während das ersterwähnte Instrument Nichts zu wünschen übrig lässt. Denecke[1]) hat zwar neuerdings das Schleuderhygrometer vorgezogen. Aber es war mir die Anwendung desselben in einzelnen Räumen, deren Luft untersucht werden sollte, ganz unmöglich, weil sie zu eng waren. Deshalb erschien es mir richtiger, sämmtliche Untersuchungen mit dem überall anwendbaren feststehenden August'schen Psychrometer vorzunehmen. Ausserdem

1) Deneke, Zeitschrift für Hygiene Bd. 1 S. 47.

dürfte der hauptsächlichste Vorwurf, welchen Deneke diesem feststehenden Psychrometer macht, dass es nämlich unsichere Resultate gebe, weil in der unmittelbaren Nähe der ruhenden feuchten Kugel sich eine feuchtere Atmosphäre bildet, hinfällig sein, da es feststeht, dass der Ausgleich zwischen diesem feuchteren Luftmantel und der weniger feuchten Luft ringsumher ungemein rasch sich vollzieht. Andererseits ist es sehr schwierig, das Schleudern des bewegten Psychrometers in durchaus gleichmässigem Tempo zu handhaben, und endlich ist zu beachten, dass man in Binnenräumen den Feuchtigkeitsgehalt der Luft durch die eigene Athmung nicht unwesentlich alteriren wird, wenn man das Schleuderpsychrometer anwendet, da das von Deneke für jede Einzelbestimmung geforderte hundertmalige Umschleudern doch eine erheblich grössere Zeit in Anspruch nimmt, als wenn man das feststehende Psychrometer einfach aufstellt. Im übrigen stimme ich dem oben genannten Autor zu, wenn er betont, dass es richtiger sei, das Sättigungsdeficit, als die relative Feuchtigkeit zu bestimmen. Denn die Kenntnis der letzteren allein gibt keinen richtigen Maassstab zur Beurtheilung der Feuchtigkeitsverhältnisse; es muss in jedem Falle die Temperatur der Luft berücksichtigt werden, und das geschieht eben bei der Ermittelung des Sättigungsdeficits. Letzteres aber ist von entscheidendem Einflusse auf die Ausscheidung des Wassers von unserer Haut und unseren Lungen. Ueber die Berechnung des Deficits brauche ich kaum ein Wort zu sagen. Man findet es ja leicht, wenn man nach den Tabellen der Physik-Lehrbücher den Werth für die höchstmögliche Feuchtigkeit bei der gefundenen Temperatur aufsucht, den Werth für die thatsächlich vorhandene, also für die absolute Feuchtigkeit aus der Differenz des feuchten und trockenen Thermometers berechnet und diesen letzteren Werth von jenem ersteren subtrahirt. Die Differenz ist das gesuchte Sättigungsdeficit.

Legt man der Berechnung die Werthe der Psychrometertafel zu Grunde, welche sich in Flügge's »Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden« findet, so muss man erst die Gewichtsmenge des Wasserdampfes aus den Werthen ermitteln, welche

dort für die Tension desselben angegeben sind. Es geschieht dies nach der Formel:

$$y = 1293 \cdot \frac{1}{1 + at} \cdot \frac{p}{760} \times 0{,}623,$$

in welcher a den Ausdehnungscoëfficienten der Luft für 1 ° C. = 0,00367, t die Temperatur und p den Luftdruck bezeichnet.

Bequemer ist es, die Tabellen von Müller[1]) zu benutzen, welche den Wassergehalt eines Cubikmeters Luft schon in Grammes angeben. Gesetzt z. B.,

es sei der Stand des trockenen Thermometers = + 20 ° C.,
" " " " " feuchten " = + 16 ° C.,

so findet man, dass

die maximale Feuchtigkeit bei + 20° C. = 17,1 g : 1 cbm ist,
und die absolute Feuchtigkeit thatsächl. = 11,1 g : . . . . . beträgt.

Die relative Feuchtigkeit war demnach

$$= \frac{111}{171} \text{ oder } 64\,\%,$$

das Sättigungsdeficit aber 6,00 g.

Auf Grundlage dieser Müller'schen Tabellen, die ja auch in einzelne Handbücher der Hygiene übergegangen sind, habe ich die später mitgetheilten Werthe für das Sättigungsdeficit in der Aussen- wie in der Binnenluft ermittelt.

Es sei hier beiläufig bemerkt, dass auf die Nothwendigkeit, das Sättigungsdeficit zu berücksichtigen, schon vor langer Zeit, und nicht bloss von Physikern, hingewiesen ist. Dies geschah z. B. bereits im Jahre 1869 Seitens des Dr. S. Pappenheim[2]). In einer lesenswerthen Abhandlung über die Beziehungen der Diphtheritis zu den Witterungsverhältnissen lieferte er eine Reihe von Tabellen, welche die Temperatur des trockenen, des feuchten Thermometers, die Differenz zwischen beiden Temperaturen, den thatsächlichen Dampfvorrath in 1000 Cubikfuss, die Aufnahmefähigkeit im Sättigungszustande und die Verdunstungsfähigkeit an bestimmten Tagen des Jahres 1866 uns vorführt.

1) Müller, Kosmische Physik 1856 S. 398.

2) S. Pappenheim, Journal f. Kinderkrankheiten. Erlangen. XXVII. S. 252.

Das Ergebnis der Luftuntersuchungen.

Ueber den Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft stimmen die Angaben der Autoren keineswegs vollständig überein; ja die Ziffern differiren zum Theil relativ nicht unbedeutend. Es hängt dies vor allem mit dem Umstande zusammen, dass nicht immer gleiche Methoden der Untersuchung angewandt wurden, und dass die meisten derselben Fehlerquellen haben, welche erst durch lange, ausdauernde Uebung auf ein bestimmtes, niedriges Maass einzuschränken sind. Von Einfluss ist es aber auch gewesen, dass unter verschiedenen Verhältnissen untersucht wurde, und dass einzelne der Autoren mit wenigen Ermittelungen sich begnügten.

Die Differenz der Angaben geht aus folgender Zusammenstellung hervor.

In der Aussenluft fand:

v. Gilm[1]	4,15 ‱ CO_2,
de Saussure[2]	4,10
Boussinggault[3] (in Paris)	4,00
Angus Smith[4] (in der Stadt Genf)	4,68
„ „ (in Madrid)	5,16
„ „ (vor Madrid)	4,50
„ „ (in Glasgow)	5,02
Macagno[5] (in Palermo) bei gutem Wetter	3,90
v. Fodor[6] (in Ofen-Pest)	3,89
„ (in Klausenburg)	3,80
Wolffhügel[7] (in München)	3,76
Farsky[8] (in Tabor)	3,43
Spring u. Roland[9] (in Lüttich)	3,33

1) v. Gilm, Nach Renk, Die Luft in v. Ziemssen's Handbuch der Hygiene S. 26.

2) de Saussure, Ebenda.

3) Boussinggault, Ebenda.

4) Angus Smith, On air and rain S. 45.

5) Macagno, Chem. Centralblatt Bd. 11 S. 225.

6) v. Fodor, Hyg. Untersuchungen über Luft, Boden u. Wasser S. 23

7) Wolffhügel, Zeitschrift für Biologie Bd. 15 S. 98.

8) Sitzungsberichte der Wiener Akad. mathem.-physik. Klasse Bd. 74.

9) Spring, Biedermann's Centralblatt Bd. 15 S. 290.

Truchot[1]) (in Clermont) [Mittel]	3,30 ‰o CO_2,
Hesse[2]) (in München)	3,30
Ebermayer[3]) (im bayer. Hochgebirge) . . .	3,20
Henneberg[4]) (in Weende)	3,20
Blochmann[5]) (in Königsberg)	3,00
Levy[6]) (auf Montsouris)	3,00
Fr. Schultze[7]) (in Rostock)	2,92
Reiset[8]) (in Ecorcheboeuf)	2,90
Müntz et Aubin[9]) (in Centralamerika) . . .	2,82
„ „ (in Südamerika)	2,71
„ „ (am Cap Horn)	2,56
„ „ (in Frankreich auf freiem Felde)	2,88
Victor Feltz[10]) (auf dem Domhofe zu Dorpat) .	2,66 ‰o CO_2.

Die Differenzen sind also thatsächlich nicht unbedeutend, auch wenn man nur die unter sehr ähnlichen Verhältnissen, z. B. die auf freiem Felde angestellten Untersuchungen ins Auge fasst. Denn während Müntz und Aubin im Freien einen Gehalt von nur 2,88 ‰o fanden, constatirte Angus Smith im Freien vor Madrid 4,50 ‰o, Levy im Park von Montsouris 3 ‰o.

Blochmann[11]) hält es auf Grundlage der Ergebnisse seiner Bestimmungen (die übrigens nicht sehr zahlreich waren) für sicher, dass der Kohlensäuregehalt der Aussenluft im Durchschnitt nur 3,00 ‰o beträgt. Auch Renk[12]) gibt ihn für die Luft im Freien auf rund 3,00 ‰o an, während Cameron[13]) ihn noch zu 4,00 ‰o berechnet.

1) Truchot, Annales agrononiques 1877 S. 69.
2) Hesse, Zeitschrift f. Biologie Bd. 13 S. 404.
3) Ebermayer, Die Beschaffenheit der Waldluft und die Bedeutung der atmosphärischen Kohlensäure.
4) Henneberg, Nach Blochmann a. a. O. S. 66.
5) Blochmann, Liebig's Annalen Bd. 237
6) Levy, Comptes rendus Bd 90 S. 32.
7) Fr. Schultze, Landwirthschaftliche Versuchsstationen Bd. 14 S. 366.
8) Reiset, Comptes rendus Bd. 88 S. 1007.
9) Müntz et Aubin, Ebenda Bd. 92 S. 247.
10) V. Feltz, a. a. O.
11) Blochmann, a. a. O.
12) Renk, Die Luft S. 28.
13) Cameron, A Manual of Hygiene 1874 S. 98.

Nach meinen, ein Jahr hindurch fortgesetzten, Untersuchungen ist der Kohlensäuregehalt zu Rostock im Mittel niedriger als 4 ‰o, aber entschieden höher als 3 ‰o. Ich fand aus 420 Bestimmungen, die während der Zeit von Ende September 1886 bis Ende August 1887 gemacht wurden, als Durchschnitt 3,51 ‰o. Der niedrigste Gehalt war 3,10 ‰o, der höchste 4,04 ‰o. Allerdings wurden alle jene 420 Bestimmungen ausgeführt mit einer Luft, die nicht eigentlich als freie zu bezeichnen ist, nämlich mit der Luft des neben dem bisherigen hygienischen Institute zu Rostock belegenen Hofes der Universität. Dieser Hof ist etwa 900 qm gross, auf drei Seiten von Gebäuden umgeben, auf der vierten, westlichen an einen Garten stossend, zum Theil mit schöngrünem Rasen bedeckt, zum Theil gepflastert, frei von Cloakenöffnungen und von Abortgruben. Entnommen wurde die Luft in der Höhe von 20 ccm über dem Erdboden, und zwar nicht über dem Rasen des Hofes, sondern über der Pflasterung. Ich bemerke dies deshalb, weil Wollny[1]) nach seinen Feststellungen es als erwiesen ansieht, dass der Kohlensäuregehalt der Luft über einem mit Vegetation bedeckten Terrain geringer, als über einem brachliegenden ist.

Weniger oft, im Ganzen 26 mal, habe ich Controlbestimmungen über den Kohlensäuregehalt in völlig freier Luft, d. h. vor den äussersten Stadttheilen auf dem Felde gemacht und im Durchschnitt einen Gehalt von 3,18 ‰o gefunden. Das Minimum war 2,79 ‰o, das Maximum 3,66 ‰o. Danach wäre die Luft auf völlig freiem Felde vor Rostock um 0,33 ‰o ärmer an Kohlensäure, als diejenige auf dem Hofe der Universität. Renk[2]) berechnet die Differenz zwischen der Luft im Freien und in den Städten höher, nämlich auf 0,67 ‰o, doch nicht auf Grund eigener Ermittelungen, sondern auf Grund der Zusammenstellungen der verschiedenen Autoren über den Kohlensäuregehalt der Luft im Innern von Städten und im Freien. Meine Angabe stimmt dagegen ziemlich genau mit derjenigen Blochmann's, welcher den Unterschied auf 0,20 bis 0,30 ‰o annimmt.

1) Wollny, Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik Bd. 8 S. 405.
2) Renk in v. Pettenkofer u. Ziemssen's Handb. d. Hygiene Bd. 1 S. 29.

Dass dies für Rostock der Wahrheit nahe kommt, geht auch aus Vergleichsbestimmungen hervor, welche ich an den nämlichen Tagen und zu fast derselben Tageszeit ausführte. So ermittelte ich im Jahre 1887 am

	im Freien	auf dem Universitätshofe
5. Februar	3,17 ‰o CO_2	3,49 ‰o CO_2
4. März	3,34	3,71
10. April	3,10	3,42
10. Mai	3,42	3,54

Vielleicht ist aber anderswo der Unterschied thatsächlich grösser als hier. Rostock hat sehr wenig Fabrikschornsteine, dagegen viele Gärten und überhaupt viele Vegetation innerhalb der Stadt, sowie reichlich bewegte Luft.

Nach einzelnen Autoren findet eine Aenderung des Kohlensäuregehaltes der Luft mit zunehmender Höhe (bis zu 3000 m!) nicht statt [1]). Einen geringen Unterschied habe ich aber trotzdem in relativ sehr wenig bedeutender Höhe constatiren können.

So betrug der Kohlensäuregehalt im Jahre 1887 am

	20 cm über der Erde	ca. 12 m hoch
2. Februar	3,47 ‰o CO_2	3,44 ‰o CO_2
6. Februar	3,42	3,41
1. März	3,67	3,65
1. Mai	3,40	3,39
2. Mai	3,62	3,60

Im übrigen bin ich weit davon entfernt, aus dem Ergebnis dieser wenigen Untersuchungen zu schliessen, dass constant auch im Freien eine Differenz zwischen der Bodenniveauluft und der Luft höherer Schichten hinsichtlich des Kohlensäuregehaltes bestehe. Um dies behaupten zu können, würde man eine fortlaufende Reihe von Luftprüfungen auch ausserhalb der Stadt in verschiedener Höhe zu Grunde legen müssen. Für unwahrscheinlich halte ich es aber keineswegs, dass man Unterschiede in dem Kohlensäuregehalte niederer und höherer Luftschichten findet. Bekanntlich hat schon v. Fodor [2]) auf den Einfluss des

1) Vgl. z. B. Blochmann, a. a. O. S. 68.

2) v. Fodor, Hyg. Untersuchungen über Luft, Wasser und Boden. S. 39.

Ausströmens der Bodenluft in die über der Erdoberfläche befindliche Luft und ebenso auf den Einfluss der Absorption des befeuchteten Bodens hingewiesen und aus diesen beiden Factoren die von ihm im hygienischen Institute zu Ofen-Pest gefundenen Differenzen des Kohlensäuregehaltes verschieden hoher Luftschichten zu erklären versucht. Da jedenfalls der erstbezeichnete Factor, das Ausströmen der oft sehr kohlensäurehaltigen Bodenluft, vielfach in starkem Grade sich geltend macht, so ist es doch recht wohl möglich, dass wenigstens zeitweise in den verschiedenen Höhen ein verschiedener Kohlensäuregehalt gefunden wird, zumal, wenn die Luft an den betreffenden Tagen nicht sehr bewegt oder ganz ruhig ist. Dies letztere wird gerade in geschlossenen Höfen öfters vorkommen.

Was den Kohlensäuregehalt der Atmosphäre in den einzelnen Jahreszeiten anbelangt, so stellte er sich nach meinen Ermittelungen während des Jahres 1886/87 entschieden am höchsten in den kalten, am niedrigsten in den heissen Monaten. Als Durchschnitt hatte der

Januar	3,65 ‰o CO_2	in der Luft des Universitätshofes.
Februar	3,68	
März (29 Tage)	3,61	
April	3,50	
Mai	3,51	
Juni	3,42	
Juli (27 Tage)	3,30	
August (24 Tage)	3,28	
September (nur 4 Tage)	3,34	
October	3,54	
November	3,63	
December	3,67	

Das absolute Minimum fiel auf den 10. Juli 1887, das absolute Maximum dagegen auf den 7. December 1886.

Die Thatsache, dass der Kohlensäuregehalt in gewisser Abhängigkeit von den Jahreszeiten steht, lässt es, wenn man einen Durchschnittswerth gewinnen will, unerlässlich erscheinen, die Bestimmungen über das ganze Jahr aus-

zudehnen. So glaube ich, beiläufig gesagt, dass Blochmann mit seiner etwas umständlichen, aber sehr sorgsamen Methode einen höheren Mittelwerth erhalten haben würde, wenn er seine Untersuchungen nicht bloss im Anfang September (vom 4. bis 13. des Monats) ausgeführt hätte. Er constatirte Schwankungen der CO_2 von 2,84 ‰o bis 3,15 ‰o und berechnete, wie schon oben angegeben wurde, das Gesammtmittel zu 3,0 ‰o. Nach dem Ergebnis meiner Feststellungen dürfte dasselbe nicht dem Jahresmittel entsprechen, da der CO_2-Gehalt der Luft während der Monate August und September keineswegs dem durchschnittlichen nahe oder gleichkommt, sondern unter demselben liegt.

Die übereinstimmende Ansicht aller Autoren, welche fortlaufende CO_2-Bestimmungen machten, geht dahin, dass die Windrichtung erheblichen Einfluss auf den Gehalt an jenem Gase ausübt. So fand bereits Fr. Schulze[1]), dass derselbe in Rostock höher sich stellte, wenn der Wind von der Landseite, speciell wenn er aus NO., als wenn er vom Meere, speciell wenn er aus N. oder NNW. wehte. Ebenso beobachtete Blochmann[2]) zu Königsberg im Mittel bei

W. = 2,92 ‰o CO_2
SW. = 2,97
SO. = 3,07

d. h. der Kohlensäuregehalt der äusseren Luft war grösser, wenn der Wind von der Landseite kam, als wenn er aus der Richtung wehte, nach welcher das frische Haff und die Ostsee liegen.

Ich kann mich diesen Angaben für Rostock im allgemeinen anschliessen. Denn es stellte sich der CO_2-Gehalt bei

NW.	auf	durchschnittlich	3,49 ‰o
N.	„	„	3,38
O.	„	„	3,71
SO.	„	„	3,62
SW.	„	„	3,50
W.	„	„	3,58

1) Fr. Schulze, a. a. O.
2) Blochmann, a. a. O. S. 88.

Der N. und NW. sind für Rostock Seewinde, wenn schon dieselben, bevor sie die Stadt erreichen, von der Seeküste noch etwa 12 km über Land streichen. Sie führen ein entschieden geringeres Quantum an Kohlensäure. Dies gilt sehr bestimmt von dem N.; der NW. hat im allgemeinen etwas mehr CO_2, als jener Wind und ab und zu sogar ebenso grosse Mengen CO_2, wie der ONO. im Durchschnitt. So beobachtete ich am 23. Juni 1887 bei NW. = 3,77 ‰o und am 15. desselben Monats sogar 3,98 ‰o bei NW. Das absolute Minimum von 3,10 ‰o CO_2 fand sich bei SSW., das absolute Maximum von 0,04 ‰o bei W. Danach lässt sich nicht sagen, dass die Windrichtung von entscheidendem Einflusse ist. Man darf vielmehr nur behaupten, dass im grossen und ganzen Seewinde eine geringere Menge Kohlensäure führen als Landwinde.

Ganz regelmässig beobachtete ich bei Nebel einen hohen Kohlensäuregehalt. So stellte sich derselbe im Jahre 1887 am

25. Januar	bei klarem Himmel auf . .	3,49 ‰o
26. „	„ trübem „ „ . .	3,51
27. „	„ Nebel auf	3,65
28. „	„ klarem Himmel auf . .	3,48

während an allen vier Tagen der gleiche Wind (W) wehte.

Ferner war der Kohlensäuregehalt im Jahre 1887 am

20. Februar	bei Nebel	3,74 ‰o	(SSW.)
21. „	„ dunstiger Luft . .	3,68	(SSW.)
22. „	„ Nebel	3,70	(NW.)
23. „	„ Regenwetter . . .	3,61	(W.)
24. „	„ „ . . .	3,60	(W.)

sowie im Jahre 1887 am

27. Mai	bei bedecktem Himmel . .	3,66 ‰o	(NO.)
28. „	„ Nebel	3,96	(O.)
29. „	„ „	4,00	(NO.)
30. „	„ klarem Himmel . . .	3,64	(ONO.)
31. „	„ „ „ . . .	3,41	(N.)

Aehnliche Beobachtungen sind auch von anderer Seite gemacht worden. Ich verweise nur auf Blochmann's und Feltz's Angaben und möchte aus ihren, wie aus meinen eigenen Fest-

stellungen den Schluss ziehen, dass der hohe Kohlensäuregehalt bei nebeliger Luft etwas Constantes ist. Ob dies als eine Folge der Verminderung der Luftströmungen, welche bei Nebel statthat, betrachtet werden darf, will ich dahingestellt sein lassen.

Ebenso regelmässig, wie bei Nebel, fand ich hohen Kohlensäuregehalt bei Schneewetter, so am

18. December 1886 = 3,96 ‰o (Windstille),
12. März 1887 = 3,67 (Schneesturm NW.),
22. März 1887 = 3,81 (SO.).

Unmittelbar nach starkem Schneefall aber war er relativ niedrig; so am

19. December 1886 = 3,61 ‰o (W.),
13. März 1887 = 3,61 (NW.),
23. März 1887 = 3,54 (SSW.),
15. April 1887 = 3,35 (NW.), um 6 Uhr abends, nachdem es am ganzen Tage geschneit.

Ebenso stellte der Kohlensäuregehalt sich entschieden niedrig nach anhaltendem Regen; so war er im Jahre 1887 am

26. April = 3,66 ‰o bei bedecktem Himmel (SO.),
27. „ = 3,40 ‰o, nachdem es die Nacht stark geregnet,
29. Mai = 3,58 ‰o bei fast heiterem Himmel,
30. „ = 3,39 ‰o, nachdem es abends sehr anhaltend geregnet hatte,
15. Juli = 3,28 ‰o, nachdem es nachts sehr stark geregnet hatte.

Doch habe ich auch einmal unmittelbar nach einem Landregen die hohe Ziffer = 3,90 ‰o erhalten. Es war dies am 14. Juni 1887.

Aber der 13. Juni zeigte = 4,00 ‰o, und
der 15. Juni = 3,98 ‰o,

so dass am 14. Juni immerhin ein relatives Minus vorhanden war.

Belangreicher als die Feststellung des Kohlensäuregehaltes der atmosphärischen Luft dürfte diejenige des Gehaltes derselben an organischer Substanz und an Keimen sein. Man hat zwar immer den ersteren, ich meine den Gehalt an CO_2, als den Index für die Reinheit oder Unreinheit der Luft angesehen; ich

glaube aber doch, dass ein viel genauerer Index in dem Gehalt an organischer Substanz bzw. an Mikroparasiten zu finden ist.

Zur Untersuchung gelangte wieder die Luft auf dem Hofe der Universität, aber auch diejenige unmittelbar an der Seeküste bei Warnemünde und auf freiem Felde vor Rostock. Leider konnten die Feststellungen aus Mangel an Zeit fortlaufend nicht während des ganzen Jahres ausgeführt werden. Sie erstrecken sich in fortlaufender Reihe nur auf die Zeit vom 4. Mai bis 24. August 1887, werden jedoch fortgesetzt werden, sobald es die Umstände gestatten. Diese Feststellungen vom 5. Mai bis 24. August betreffen übrigens auch lediglich die Luft auf dem Universitätshofe, während diejenige an der See und auf freiem Felde nur gelegentlich geprüft werden konnte.

Das Ergebnis war folgendes: Die Gesammtmenge der in der Aussenluft vorhandenen organischen Substanz schwankte innerhalb ziemlich weiter Grenzen, namentlich in der Luft des Universitätshofes und in derjenigen des freien Feldes, weniger in derjenigen an der Seeküste. Denn es verbrauchten 10 l Luft zur Oxydation der in ihr enthaltenen organischen Substanz an Kalipermanganatlösung[1]):

1) auf dem Universitätshofe 0,15—1,27 ccm (114 Bestimmungen),
2) auf dem freien Felde 0,10—1,02 ccm (21 Bestimmungen),
3) an der Seeküste . . 0,06—0,40 ccm (6 Bestimmungen im Sommer).

Demnach wurden verbraucht an O:

1) von 10 l der Luft des Universitätshofes 0,0105 bis 0,0889 ccm,
2) „ 10 l „ „ „ freien Feldes . 0,0070 „ 0,0714 ccm,
3) „ 10 l „ „ „ der Seeküste . 0,0042 „ 0,0280 ccm,

oder auf 1 Million Volumtheile:

		Vol.-Theile
1) der Luft des Universitätshofes	=	1,05 bis 9,0
2) „ „ „ freien Feldes	=	0,70 „ 7,14
3) „ „ „ der Seeküste	=	0,42 „ 2,80.

1) Von 0,395 : 1000,0.

Im Durchschnitt wurden verbraucht an O auf 1 Million Vol.-Theile:

		Vol.-Theile
1)	von der org. Substanz der Luft des Universitätshofes	= 3,70
2)	„ „ „ „ „ „ „ freien Feldes	= 2,71
3)	„ „ „ „ „ „ der Seeküste	= 0,80.

Es ist demnach thatsächlich die Luft hart am Strande der See ungleich ärmer an organischer Substanz als die Luft im Binnenlande. Dabei muss noch besonders ins Auge gefasst werden, dass der Ort des Binnenlandes, welcher die Stätte der Untersuchung war, der See relativ nahe (bis auf ca. 12 km in der geraden Linie) liegt, deshalb aller Wahrscheinlichkeit nach günstigere Verhältnisse bezüglich der Luftreinheit darbietet, als die Orte des von der Küste weiter entfernten Landes.

Carnelley und Mackie [1]) beobachteten noch etwas grössere Schwankungen, und constatirten auch im allgemeinen einen höheren Gehalt der Luft an organischer Materie, als ich gefunden habe. Denn sie verzeichnen in ihren Tabellen auf 1 Million Vol. Theile Aussenluft einen Verbrauch an O von 1,6 bis 15,8 Vol.-Theilen, im Durchschnitt von 7,9 Vol.-Theilen. Aber es ist darauf aufmerksam zu machen, dass ihre Methode mehrere Fehlerquellen hat. Dieselben liegen darin, dass zu geringe Quanta Luft verwandt wurden, und dass die Bestimmung der Menge des verbrauchten Kalipermanganats durch blosse Abschätzung der Farbennuance nach zehnminutenlangem Stehenlassen geschah.

Die ebengenannten Autoren gaben sehr bestimmt an, dass ein hoher Gehalt an organischer Substanz zusammentrifft mit hohem Gehalt an Kohlensäure und ein niedriger Gehalt an ersterer mit einem niedrigen an letzterer. Ich kann die Regelmässigkeit eines solchen gegenseitigen Verhältnisses nicht zugeben, da ich gar nicht selten einen ganz niedrigen Gehalt der Luft an organischer Substanz mit einem relativ hohen Kohlensäuregehalt habe zusammentreffen sehen.

---

1) Carnelley and Mackie, Proc. of the royal. soc. of London 1886 vol. 41 p. 239.

So beobachtete ich, um nur einige Belege zu geben, am 4. Mai 1887 in der Luft des Universitätshofes = 3,96 ‰o CO_2, aber organische Substanz unter dem Durchschnitt, nämlich nur soviel, dass auf 10 l Luft = 0,44 ccm der Kalipermanganatlösung, d. h. auf 1 Million Vol.-Theile 3,08 Vol.-Theile O verbraucht wurden. Am 5. Mai 1887 waren die Verhältnisse fast dieselben; bei einem Kohlensäuregehalt von 3,92 ‰o verbrauchte ich auf 10 l Luft 0,52 ccm Kalipermanganatlösung, d. h. auf 1 Million Vol.-Theile 3,64 Vol.-Theile O.

Ebenso fand ich am 14. Juni bei 3,90 CO_2 auf 10 l Luft einen Verbrauch von = 0,32 ccm Kalipermanganatlösung, am 23. Juni bei 3,77 ‰o CO_2 auf 10 l einen Verbrauch von = 0,35 ccm Kalipermanganatlösung.

Häufig traf allerdings ein, was Carnelley und Mackie beobachteten. So war in der Luft des Universitätshofes im Jahre 1887 am

	der CO_2-Gehalt =	der Verbrauch an Kalipermanganatlösung auf 10 l Luft =
15. Juli . . .	3,28 ‰o	0,30 ccm
16. „ . . .	3,24	0,45
17. „ . . .	3,41	0,35
18. „ . . .	3,50	0,63
19. „ . . .	3,64	0,92
20. „ . . .	3,73	0,78
21. „ . . .	3,70	0,76
22. „ . . .	3,61	0,68
23. „ . . .	3,72	0,92

Aber, wie gesagt, für Rostock konnte dies Zusammentreffen keineswegs als ein constantes erwiesen werden. Auch bei einem Vergleiche der Ziffern, welche bei Prüfung der freien Feldluft gefunden wurden, liess sich die Regelmässigkeit des Zusammentreffens vermissen. So war im Jahre 1887 am

	der CO_2-Gehalt im Freien	der Verbrauch an Kalipermanganatlösung auf 10 l Luft =
1. Juli . . .	3,20 ‰o	1,02 ccm
2. „ . . .	3,18	0,96

	der CO_2-Gehalt im Freien	der Verbrauch an Kalipermanganatlösung auf 10 l Luft =
4. Juli . . .	3,06 ‰o	0,92 ccm
6. „ . . .	3,16	0,15
8. August . .	2,98	0,79

Man darf demnach aussprechen, dass der Kohlensäuregehalt der Aussenluft keinen sicheren Werthmesser für die Reinheit oder Unreinheit derselben abgibt. Weitere Beobachtungen (siehe unten) werden dies auch für die Luft von Souterrains bestätigen.

Entschiedenen Einfluss auf den Gehalt der atmosphärischen Luft an organischer Materie übt Regen und Wind aus. Starker Regen, namentlich aus Gewitterschauern, noch mehr aber ein anhaltender Landregen säubern die Luft von jener Materie in ganz ausserordentlich hohem Grade. Ich werde dies durch einige Ziffern beweisen. Es erforderten 10 l Luft an Kalipermanganatlösung im Jahre 1887 am

	ccm	
13. Juni	0,60	(bewölkt W.)
14. „	0,32	(nach Landregen NW.)
15. „	0,56	(klar NW.)
21. „	0,56	(etwas bewölkt N.)
21. „ abends .	0,25	(vorm., mittags u. nachm. Regenschauer)
22. „	0,20	(NNO. nachts vorher mehrfache Regenschauer)
27. „	0,54	(NNW. heiter)
28. „	0,32	(W. seit früh 7 Uhr Landregen)
5. Juli	1,27	(SSW. bewölkt)
5. „ abends .	0,21	(W. dann NW., anhaltender Regen am Nachmittag)
6. „	0,15	(WNW., Bestimmung gleich nach zwei starken Regenschauern)
14. „	1,00	(S. fast heiter)
15. „	0,30	(NW., nachts vorher ein zwei Stunden anhaltender Gewitterregen)

	ccm	
16. Juli	0,45	(NW. trübe)
16. „ abends .	0,16	(NNW., seit 10 Uhr langsam zunehmender Gewitterregen)
29. „	0,69	(S., sonnig, windig)
30. „	0,67	(S., trübe, feiner Regen)
31. „	0,50	(S., heiter, windstill)
1. August . . .	0,15	(NW., abends vorher ein fast drei Stunden anhaltender Gewitterregen).

Nicht ein einziges Mal habe ich nach stärkerem oder anhaltendem Regen eine Zunahme, vielmehr jedesmal eine sehr entschiedene Abnahme der organischen Materie in der Luft constatirt. Es ist dies ja sehr leicht erklärlich, da der Regen erhebliche Mengen Staub mit sich führt. Eine vollständige Elimination aller organischen Materie liess sich aber auch nach anhaltendem Landregen nicht nachweisen, selbst dann nicht, wenn die Luft unmittelbar nach demselben untersucht wurde. Es wird weiter unten gezeigt werden, dass ein solcher Regen auch keineswegs alle Keime aus der Luft eliminirt.

War der Regen unbedeutend, so dass er nur die oberflächlichste Schicht des Erdbodens eben anfeuchtete, und trat hinterher Wärme nebst etwas Luftbewegung ein, so konnte ich zu verschiedenen Malen sehr bestimmt eine Zunahme der organischen Substanz in der Luft feststellen. So wurde am 23. Juni 1887 auf 10 l Luft verbraucht = 0,45 ccm Kalipermanganatlösung, am 24. Juni = 0,56 ccm. Nun war am Abend des 23. etwas Regen gefallen, der eben die Oberfläche anfeuchtete, am andern Morgen aber die Luft sehr schwül und ziemlich bewegt. Aehnliches beobachtete ich am 8. August 1887. Tags zuvor verbrauchte ich auf 10 l Luft = 0,60 ccm Kalipermanganatlösung, am 8. dagegen = 0,79 ccm. Am Abend des 7. war etwas warmer Regen gefallen, am Morgen des 8. die Luft dunstig und ziemlich stark bewegt, die Oberfläche des Erdbodens bereits wieder völlig trocken.

Bei Windstille habe ich fast jedesmal einen höheren Gehalt an organischer Substanz, als bei

bewegter Luft gefunden. Wie auch an anderer Stelle dieser Abhandlung betont ist, haben wir hier in Rostock aber nur selten völlige Windstille. Deshalb ist die Zahl der Beobachtungen nur eine sparsame. Es wurden verbraucht auf 10 l Luft des Universitätshofes an Kalipermanganatlösung im Jahre 1887 am

	ccm
1. April . . .	0,87 (SO., Windstille, heiter)
9. Mai . . .	0,74 (S., Windstille, trübe)
17. „ . . .	0,79 (SSO., Windstille, trübe)
6. August . .	0,41 (NW., heiter)
7. „ . .	0,60 (SO., Cirrhusgewölk)
23. „ . .	0,68 (W., Windstille, heiter).

Es war demnach in fünf von sechs Beobachtungen an windstillen Tagen der Gehalt an oxydablen Substanzen höher als im Mittel. Allerdings muss dabei auch an den Umstand erinnert werden, dass an vier Beobachtungstagen die Windrichtung, wenn man von einer solchen reden kann, eine südöstliche war, oder unmittelbar vor Eintritt der Windstille gewesen war. Welche Bedeutung dies hat, soll gleich weiter besprochen werden.

Aber auch bei sehr starkem Winde habe ich verschiedentlich einen hohen Gehalt an organischer Materie feststellen können. Nur war dies relativ weniger constant, als bei Windstille.

Es wurden auf 10 l Luft des Universitätshofes an Kalipermanganatlösung verbraucht im Jahre 1887 am:

	ccm
3. April	0,50 (NW., stürmisch)
11. Mai	0,60 (NW., stark windig)
26. „	0,77 (NO., sehr windig)
2. Juni	0,76 (O., sehr windig)
3. „	0,82 (O., sehr windig)
10. „	0,76 (W., stürmisch)
11. „	0,51 (N., stürmisch)
21. „	0,55 (N., stark windig)
7. August . . .	0,60 (SO., windstill)
8. „ . . .	0,79 (W., sehr windig, trübe)

	ccm
9. August abends .	0,52 (W., stürmisch)
10. „ . . .	0,42 (W., stürmisch)
11. „ . . .	0,70 (W., stürmisch).

Was den Einfluss der Windrichtung auf den Gehalt der Luft an oxydabler organischer Substanz anbetrifft, so ergab sich, dass bei Seewinden eine geringere Menge derselben nachzuweisen war, als bei Landwinden. In dieser Beziehung bestand demnach eine Uebereinstimmung zwischen dem Gehalte an Kohlensäure und an organischer Substanz.

Am schärfsten zeigte sich der Einfluss der Windrichtung unmittelbar an der Seeküste. So wurden verbraucht auf 10 l Luft hart am Strande zu Warnemünde weit westwärts von dem Orte selbst an Kalipermanganatlösung im Jahre 1887 am

			ccm
19. Juni	bei	NW.	= 0,21
26. „	„	N.	= 0,18
9. Juli	„	SSO.	= 0,40
7. August	„	SO.	= 0,40
26. „	„	OSO.	= 0,35.

Aber auch noch in Rostock selbst war der Einfluss der Windrichtung unverkennbar. Es wurden nämlich verbraucht auf 10 l Luft des Universitätshofes an Kalipermanganatlösung im Jahre 1887 am

			ccm
1. Juni	bei	W.	= 1,02
2. „	„	O.	= 0,76
3. „	„	O.	= 0,82
4. „	„	O.	= 0,92
5. „	„	O.	= 1,10
6. „	„	ONO.	= 1,00
7. „	„	N.	= 0,45
8. „	„	W.	= 0,80
9. „	„	W.	= 0,75
10. „	„	W.	= 0,76
11. „	„	N.	= 0,51

			ccm
12. Juni	bei	N.	= 0,44
13. „	„	W.	= 0,60
14. „	„	NW.	= 0,32
15. „	„	WNW.	= 0,68.

Diese Zusammenstellung bedarf kaum noch eines Commentars. Sie lehrt, dass durchweg der N.-Wind mit einem geringeren Gehalt an organischer Substanz, der W., ONO., O. und SO. mit einem grösseren Gehalt an derselben auftraten.

Lege ich die bisherigen Untersuchungsergebnisse zu Grunde, so wird zu Rostock — d. h. innerhalb der Stadt selbst — auf 10 l Luft verbraucht im Mittel an Kalipermanganatlösung bei

	ccm
N.	= 0,40
NO.	= 0,51
O.	= 0,72
SO.	= 0,82
S.	= 0,90
SW.	= 0,79
W.	= 0,60
NW.	= 0,46
NNW.	= 0,41.

Diese Ziffern geben aber vielleicht kein völlig richtiges Bild, da die Untersuchungen sich bislang in der Hauptsache bloss auf die Monate Mai, Juni, Juli und August erstreckten.

Bewölkung oder Nichtbewölkung des Himmels üben, wie es scheint, keinen Einfluss auf den Gehalt der Luft an organischer Substanz aus. Ich habe wenigstens bei heiterem Himmel sehr niedrige und sehr hohe Ziffern, bei bewölktem ebenfalls niedrige und hohe erhalten, je nach der Windrichtung und danach, ob vorher starke Niederschläge erfolgt waren oder nicht. Regelmässig aber wurde ein hoher Gehalt an organischer Substanz constatirt, wenn am Horizont bläulicher, oder bläulichgrauer Dunst sich wahrnehmen liess, ein niedriger Gehalt dagegen, wenn die Luft auf weithin durchsichtig erschien. So verbrauchte ich

auf 10 l Luft im Freien vor der Stadt an Kalipermanganatlösung im Jahre 1887 am

	ccm
7. Juli	0,30 (NW., heiter und bewölkt abwechselnd, sehr durchsichtig),
8. „	0,43 (W., bewölkt, durchsichtig),
9. „	0,99 (SSO., heiter, heiss, staubig, am Horizont stark bläulicher Dunst),
19. „	0,92 (W., bewölkt, staubig, am Horizont bläulich-grauer Dunst),
20. „	0,78 (W., bewölkt, ziemlich windig, am Horizont bläulicher Dunst),
5. August . .	0,76 (NNW. und N.),
8. „ . .	0,79 (W., bewölkt, niedrig, am Horizont Dunst),
9. „ morgens	0,80 (W., bewölkt, dunstig),
10. „	0,42 (W., bewölkt, am Horizont kein Dunst, mehrfache Regenschauer am 9. u. 10.).

Den vornehmsten Bestandtheil der oxydablen Materie in der Luft bildete der organische Staub, der im Durchschnitt etwa fünfmal bis sechsmal mehr Kalipermanganatlösung zur Oxydation in Anspruch nahm, als die gasigen Substanzen. So wurde auf 10 l Luft des Universitätshofes an Kalipermanganatlösung verbraucht im Jahre 1887 am

	zur Oxydation der gas. Substanzen	des Staubes
15. Juni	0,12 ccm	0,56 ccm
16. „	0,14	0,74
17. „	0,12	0,72
18. „	0,15	0,87
19. „	0,16	1,00
19. „ abends	0,15	1,01
20. „	0,07	0,31
21. „ abends nach Regenschauern	0,00	0,25
22. „	0,00	0,20
23. „	0,10	0,35
24. „	0,05	0,50
25. „	0,10	0,40
Durchschnitt	0,10 ccm	0,57 ccm.

Die Menge der Mikroparasiten in der Aussenluft erwies sich als eine sehr wechselnde. Sie betrug in den Monaten Mai, Juni, Juli und August 1877 durchschnittlich in der Luft des

1. Universitätshofes	= 9 in 20 l oder 450 in 1 cbm	bestimmt in ½ m Höhe über dem Erdboden.
2. freien Feldes	= 5 in 20 l oder 250 in 1 cbm	
3. Seestrandes	= 2 in 20 l oder 100 in 1 cbm	

Die Schwankungen in dem Mikrobengehalte waren folgende:

1. in der Luft des Universitätshofes 150 bis 1300 in 1 cbm,
2. „ „ „ „ freien Feldes . 150 bis 750 in 1 cbm,
3. „ „ „ „ Seestrandes . . 50 bis 300 in 1 cbm.

Petri[1]) fand in der Luft des Hofes beim hygienischen Institute zu Berlin in 1 cbm

0 bis 1071 Bacterienkeime, und
215 bis 810 Sporen von Schimmelpilzen,

in der Luft oberhalb des Daches

330 bis 510 Bacterienkeime, sowie
1190 bis 1240 Sporen von Schimmelpilzen.

Frankland und Hart[2]) beobachteten in der Luft über dem Dache der Science Schools zu South-Kensington durchschnittlich 45 Keime in 10 l, also 4500 in 1 cbm, während im Hyde-Park zu London 3700 bis 7800 in 1 cbm, während im Park von Montsouris bei Paris durchschnittlich nur 80 in 1 cbm, in der Rue de Rivoli zu Paris 920 in 1 cbm constatirt wurden. Die Angaben über die Zahl wechseln demgemäss ausserordentlich, wie dies ja auch bei der Verschiedenheit des Ortes der Untersuchung und der Prüfungsmethoden sehr erklärlich ist.

Aus einem Vergleiche der früher über den Gehalt an organischer Substanz mitgetheilten Ziffern und der nachstehenden Daten über den Gehalt an Mikroparasiten ergibt sich, dass der letztere zu dem ersteren in einem gewissen Verhältnis steht.

---

1) Petri, Zeitschrift für Hygiene 1887 Bd. 3 S. 1.
2) Frankland and Hart, Proc. of the royal society of London. Vol 42 tom. 267.

Es kamen auf 20 l Luft des Universitätshofes im Jahre 1887 am

				verbr. Kalipermanganatlösung
15. Juni	7	Keime	und	1,36 ccm
16. „	10	„	„	1,76
17. „	6	„	„	1,68
18. „	17	„	„	2,06
19. „	13	„	„	2,32
20. „ (abends) . .	5	„	„	0,76
21. „	3	„	„	0,50
22. „	3	„	„	0,40
23. „	8	„	„	0,90
24. „	5	„	„	1,10
25. „	7	„	„	1,00
1. August	3	„	„	0,30
2. „	7	„	„	0,56
3. „	5	„	„	0,52
4. „	9	„	„	0,92
5. „	13	„	„	1,52
6. „	7	„	„	0,82
7. „	23	„	„	1,20
8. „	16	„	„	1,58
9. „ (abends) .	6	„	„	1,04
10. „	5	„	„	0,84
11. „	6	„	„	1,40
12. „	7	„	„	0,82

Ferner kamen auf 20 l Seestrandluft im Jahre 1887 am

19. Juni an Kalipermanganatlösung . .	0,42 ccm	und	2	Keime
26. „ „ „ . .	0,36	„	1	„
9. Juli „ „ . .	0,80	„	6	„
7. Aug. „ „ . .	0,80	„	5	„

Im allgemeinen fand sich danach ein reicher Gehalt an Mikroben bei hohem Gehalte an organischer Substanz, ein niedriger Gehalt an Mikroben bei geringem Gehalt an organischer Substanz.

Wir sehen auch dieselben Factoren den Gehalt der Luft an Mikroben, wie denjenigen an organischer Substanz beeinflussen, nämlich Wind und Regen.

Die meisten Keime fanden sich bei Land- die wenigsten bei Seewinden. So beobachtete ich auf freiem Felde in 20 l Luft im Jahre 1887 am

4. Juli	11 Keime	bei	SO.
7. „	4 „	„	NW.
8. „	6 „	„	W.
9. „	12 „	„	SSO.
19. „	10 „	„	W.
20. „	13 „	„	W.
5. August	3 „	„	NNW u. N.
8. „	7 „	„	W.
9. „	11 „	„	W.
10. „	5 „	„	W.

und ferner an der See im Jahre 1887 am

19. Juni	2 Keime	bei	NNW.
26. „	1 „	„	N.
9. Juli	6 „	„	OSO.
7. August	5 „	„	SO.

Unter den einzelnen Winden zeichneten sich aus durch hohen Keimgehalt der O., OSO., SO. und SSO. aber zeitweise auch der W., durch niedrigen Keimgehalt der N., der NNO., und zumeist auch der NW., d. h. die über das Land wehenden und dabei trocknenden Winde führten wenigstens in den Monaten Mai, Juni, Juli und August grössere Mengen Mikroorganismen, die über die See wehenden N., NW., NNO. führten geringere Mengen. Sehr grosse Verschiedenheiten bot der Keimgehalt des W. dar; ich fand in 20 l Luft des freien Feldes 5 Keime (10. August 1887) und 13 Keime (20. Juli 1887). Es hängt dies wahrscheinlich damit zusammen, dass der W. oft Niederschläge bringt, oft nicht, während der O. und SO. hier fast ausnahmslos trockene Winde sind. Die wesentlichen Factoren für den Keimgehalt der unteren Schichten der Atmosphäre scheinen der Feuchtigkeitszustand der

oberen Bodenschicht, die Stärke des Windes und der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre zu sein. Bestand längere Trockenheit, so dass der Boden der Feuchtigkeit an seiner Oberfläche entbehrte, traten dann ziemlich kräftig wehende, trocknende Winde auf, so stieg der Keimgehalt der Luft und fiel rasch, sobald starker Regen eingetreten war.

Völlige Windstille habe ich in Rostock während der Zeit vom Mai bis September u. a. am 6. und 7. August 1887 beobachtet und am erstbezeichneten Tage 23, am folgenden 16 Keime auf 20 l der Luft des Universitätshofes constatirt, wage aber nicht, aus diesen beiden Beobachtungen zu schliessen, dass regelmässig bei Windstille eine grössere Zahl von Keimen in der Luft zu finden ist.

Bei Nebel habe ich im Ganzen nur viermal die Zahl der Mikroorganismen bestimmen können, nämlich im Jahre 1887 am

4. Mai bei O.,
28. „ „ O.,
29. „ „ N. und NO.,
30. Juli, an welchem Tage früh morgens gegen 8¾ Uhr freilich kein eigentlicher Nebel, sondern ein feiner, dunstiger Niederschlag sich einstellte, der später in einen Landregen überging. Wind S.

Die Zahl der Mikroorganismen war an allen diesen Tagen verhältnismässig sehr gross. Denn sie betrug in 20 l der Luft des Universitätshofes am

4. Mai = 17 Keime
28. „ = 20 „
29. „ = 12 „
30. Juli = 18 „

An allen vier Tagen wurde somit der Durchschnitt weit überschritten, ja am 28. Mai wurde die nächst höchste Ziffer constatirt und am 29. Mai bei N. eine Ziffer erreicht, welche bei dieser Windrichtung sonst nicht beobachtet worden war. Es scheint danach, als wenn thatsächlich die Condensirung von Wasserdampf in den unteren Schichten der Atmosphäre mit einer Zunahme der Zahl der Keime einhergeht. Allerdings würden

zur Beweisführung jene vier Beobachtungen für sich nicht genügen.

Was die Art der Mikroorganismen anbelangt, welche in der äusseren Luft nachgewiesen wurden, so waren es der Mehrzahl nach, etwa zu ²/₃, Spaltpilze und zwar sowohl Coccen als Bacterien, zu ¹/₃ Schimmel- und Sprosspilze. Unter den Spaltpilzen waren die häufigeren

Bacillus subtilis,
Bacillus butyricus,
Bacillus luteus,
Bacillus mycoïdes,
Micrococcus aurantiacus, Microc. candicans.
Proteus vulgaris;

seltener

Staphylococcus albus und aureus,
Bacillus prodigiosus,
Bacillus erythrosporus,
Bacillus mes. fuscus,
Sarcina aurantiaca.

Recht selten waren Spaltpilze, welche die Gelatine verflüssigten. Solche von nachgewiesen für den Menschen pathogenem Charakter habe ich nicht wahrgenommen, obschon die grösste Sorgfalt angewendet wurde, um die Natur der aufgefangenen Keime festzustellen und mehr als 1000 Colonien untersucht worden sind.

Unter den Schimmelpilzen zeigten sich bei weitem am häufigsten die Mucorineen (Mucor Mucedo und M. rhizopodiformis) und die ächten Aspergillen, unter den Sprosspilzen Saccharomyces cerevisiae und Saccharomyces glutinis, die Rosahefe. Sowohl Spross- als Schimmelpilze traten nach Niederschlägen in grösserer Zahl auf, als bei andauernder Trockenheit.

Der Ammoniakgehalt der atmosphärischen Luft.

Den Ammoniakgehalt der Luft auf dem Universitätshofe (½ m über dem Erdboden) habe ich bestimmt im ganzen Monat April 1887, ferner in der letzten Hälfte des Monats Juli 1887

und in der ersten Hälfte des Monats August 1887, an in Summa = 56 Tagen. Als Mittel aus diesen Feststellungen fand ich einen Gehalt von

0,025 mg pro 1 cbm. Derselbe schwankte
von 0,000 mg „
bis 0,120 mg „

Diese Werthe sind im allgemeinen als nicht hohe zu bezeichnen. Fresenius[1]) ermittelte aus einer längeren Reihe von Bestimmungen, dass die Aussenluft zu Wiesbaden

im Mittel = 0,126 mg
bei Nacht = 0,218

pro 1 cbm enthielt. Levy[2]) fand für Montsouris bei Paris einen mittleren Gehalt von . . . . 0,022 mg
Ville[3]) für dieselbe Stadt von . 0,032
v. Fodor[4]) für Ofen-Pest von . 0,461
Gräger[5]) für Mühlhausen von . 0,425
Brown[6]) für Burton von . . . 2,780

Fast alle Autoren haben demnach höhere Werthe für Ammoniak gefunden. Es mag dies damit zusammenhängen, dass Rostock, wie schon vorhin erwähnt, im allgemeinen sanitär günstige Verhältnisse darbietet, viele Vegetation innerhalb der Stadt hat, nur noch sehr wenige Abortgruben und kaum irgendwelche grössere Depots von Abfallstoffen besitzt, dass es auch durch die fast permanenten Winde recht gut ventilirt ist.

Um dem Leser einen Ueberblick über die Schwankungen im Ammoniakgehalte zu geben, theile ich die nachstehende Zusammenstellung über die letzte Hälfte des Juli und die erste Hälfte des August 1887 mit.

1) Fresenius, Journal f. prakt. Chemie Bd. 46 S. 100.
2) Lévy, Annuaire de l'observ. de Montsouris pro 1882 p. 381.
3) Ville, Ebenda pro 1879 S. 316.
4) v. Fodor, Untersuchungen über Luft, Boden, Wasser. 1881.
5) Gräger, Jahresber. d. Chemie pro 1849.
6) Brown, Pr. of the roy. soc. of London vol. 18 t. 286.

Es fand sich pro 1 cbm am

16. Juli	= 0,000 mg	NW., nachts vorher langer Gewitterregen,
17. „	= 0,006	W., trübe, später sonnig, ziemlich windig,
18. „	= 0,020	SW., heiter und bewölkt abwechselnd, windig,
19. „	= 0,012	W., trübe, windig,
20. „	= 0,016	W., trübe, windig,
21. „	= 0,006	NW., trübe, ziemlich stark windig,
22. „	= 0,004	NNW., zuerst trübe, dann heiter, windig,
23. „	= 0,025	OSO, Cirrhusgewölk, windstill,
24. „	=	fiel aus infolge meiner Erkrankung,
25. „	=	
26. „	=	
27. „	=	
28. „	=	
29. „	= 0,023 mg	S., sonnig, fast windstill,
30. „	= 0,003	S., dunstig, dann Landregen; Bestimmung nach dem Regen!
31. „	= 0,014	S., heiter, wenig windig; nachmittags 2 Uhr Gewitter,
1. Aug.	= 0,000	NW., bewölkt; abends vorher sehr starkes Gewitter mit vielem Regen,
2. „	= 0,008	WNW., heiter mit bewölkt abwechselnd, ziemlich windig,
3. „	= 0,010	NW., bewölkt, windig,
4. „	= 0,006	N., fast klar, windig,
5. „	= 0,005	N., heiter, etwas windig,
6. „	= 0,008	NW., heiter, fast windstill,
7. „	= 0,080	SO., bewölkt, windstill,
8. „	= 0,043	SW., trübe, windig, abends starker Regen,
9. „	= 0,008	W., trübe, stürmisch,
10. „	= 0,012	W., trübe, stürmisch,
11. „	= 0,010	W., trübe, sehr windig,
12. „	= 0,010	W., trübe, einzelne Regenschauer,
13. „	= 0,008	W., trübe, windig, einzelne Regenschauer,
14. „	= 0,014	W., heiter mit bewölkt abwechselnd,
15. „	= 0,016	W., desgl.

Der geringste Ammoniakgehalt zeigte sich bei N. und besonders unmittelbar nach starkem Regen, wo er ab und zu auf Null hinabging, der stärkste Ammoniakgehalt bei S., SW. und SO., sowie bei Windstille. Nachts habe ich ihn nicht bestimmen können. Nach den Angaben von Fodor und Fresenius soll er zu dieser Zeit höher als am Tage sein. Der erstgenannte jener Autoren ermittelte ausserdem, dass das Ammoniak im Winter am sparsamsten, im Herbste am stärksten sich findet. Auch hierüber vermag ich Bestätigendes zur Zeit noch nicht mitzutheilen.

Der Feuchtigkeitsgehalt der atmosphärischen Luft zu Rostock.

Die Bestimmungen des Feuchtigkeitsgehaltes der Aussenluft sind in fortlaufender Reihe täglich morgens zwischen 9 und 11 Uhr auf dem Universitätshofe zwischen dem hygienischen und physikalischen Institute gemacht worden. Das Ergebnis war folgendes:

	absolute Feuchtigkeit	relative Feuchtigkeit	Sättigungs-deficit
im October 1886	6,9 g	81 %	1,310 g
„ November	7,0	90	0,700
„ December	5,0	91	0,450
„ Januar 1887	3,8	89	0,420
„ Februar	3,6	86	0,510
„ März	4,0	81	0,760
„ April	5,9	70	2,500
„ Mai	7,5	61	4,700
„ Juni	9,0	65	4,700
„ Juli	11,3	69	4,900
„ August	9,6	63	5,700
„ September (3 Tage) .	10,1	57	7,600

Die Schwankungen des für uns hauptsächlich in Betracht kommenden Sättigungsdeficits erstreckten sich von 0,000 g bis 12,000 g; der Durchschnitt war 2,180 g, entsprach demnach ungefähr demjenigen Feuchtigkeitszustande, wie er in den Monaten April und Mai 1887 herrschte. Das verflossene Jahr 1886/87 kann

freilich für unsere Stadt als ein Durchschnittsjahr bezüglich des Feuchtigkeitsgehaltes der Atmosphäre nicht wohl betrachtet werden. Denn im November 1886 war derselbe ungewöhnlich hoch entsprechend dem Prävaliren auffallend warmer, äquatorialer Luftströmung, und ebenso dürfte der Feuchtigkeitsgehalt im Monat Juli 1887 denjenigen des gleichen Monats anderer Jahre übertroffen haben, während der des Monat August 1887 wohl etwas hinter dem Mittel zurückgeblieben ist.

Auf mein eigenes subjectives Wohlbefinden übte der höchste Feuchtigkeitsgehalt von 0,000 g Sättigungsdeficit nur in der heissen und kalten Jahreszeit, nicht bei mässig hoher Temperatur, einen ungünstigen Einfluss. Am unangenehmsten war mir stets der kalte Nebel. Der niedrige Feuchtigkeitsgehalt mit einem Sättigungsdeficit von 10,000 bis 12,000 g wurde nur im Juni und Juli an heissen Tagen bei O. beobachtet. Er war mir keineswegs sehr lästig, jedenfalls ungleich weniger lästig, als die schwüle, d. h. heisse und feuchte Luft.

Ich glaube übrigens, dass unser Gefühl in Beziehung auf den Feuchtigkeitsgehalt der Luft sehr von der Individualität beeinflusst wird. Es gibt Personen, welche ungemein leicht durch nur einigermaassen schwüle Luft belästigt werden, und andere, welche eine unangenehme Trockenheit der Luft schon dann empfinden, wenn die Meisten sich in derselben noch ganz behaglich fühlen. Ich betone deshalb ausdrücklich, dass jene Angaben sich lediglich auf mich selbst beziehen.

Ich habe den Feuchtigkeitsgehalt der Luft in dem bezeichneten Zeitraum mit der Frequenz der Infectionskrankheiten zu Rostock, wie sie in den Tabellen des hiesigen Aerztevereins angegeben ist, speciell mit der Frequenz der Diphtheritis und Pneumonie verglichen, aber keine bestimmt hervortretenden Beziehungen entdecken können. Es wurden behandelt im

			Fälle von Diphtheritis	Fälle von Pneumonie
October 1886	(Sättigungsdeficit	1,310)	= 17	26
November	„	0,700	= 27	28
December	„	0,450	= 21	17

			Fälle von Diphtheritis	Fälle von Pneumonie
Januar 1887	(Sättigungsdeficit	0,120)	= 19	20
Februar	„	0,510	= 25	53
März	„	0,760	= 22	57
April	„	2,500	= 25	38
Mai	„	4,700	= 19	43
Juni	„	4,700	= 17	25
Juli	„	4,900	= 28	24
August	„	5,700	= 24	19
September	„	7,600	= 27	16

Es kamen danach die Minima von Pneumonie bei höchstem und bei niedrigstem Sättigungsdeficit, die Minima von Diphtheritis sowohl bei niedrigem, als bei einem das Mittel erheblich übersteigenden Sättigungsdeficit vor. Auch die Maxima waren von der Verdunstungsfähigkeit unabhängig; allenfalls könnte man sagen, dass dasjenige der Pneumonie mit niedrigem Sättigungsdeficit zusammenzutreffen schien. Zu Abgabe eines bestimmten Urtheils genügen aber jene Tabellen des Aerztevereins nicht, da sie nicht für die einzelnen Wochen, sondern nur für die einzelnen Monate aufgestellt sind, die notirten Fälle also immerhin in einem trockeneren oder feuchteren Abschnitt des Monats sich entwickelt haben können.

Die Luft im Keller des bisherigen hygienischen Instituts zu Rostock.

Die Luft im Erdkeller des bisherigen hygienischen Instituts ist vom 15. October 1886 bis Ende August 1887 mit nur einigen ganz kurzen Unterbrechungen täglich einmal und zwar morgens von 9 bis 11 Uhr auf Kohlensäure und Feuchtigkeit, ausserdem in der Regel wöchentlich einmal auf organische Substanz und Keime untersucht worden. Das Ergebnis ist, wie ich glaube, nicht ganz ohne Interesse, weil es über die Beschaffenheit der Luft eines Kellerraumes berichtet, welcher direct mit der Bodenluft communicirte.

Dieser Raum liegt unter dem Flur des Gebäudes und wird hier nach oben durch eine Klappthür abgeschlossen, die aber

mehrere kleine Oeffnungen besitzt. Oeffnet man dieselbe, so erblickt man die Holztreppe, welche in den Keller führt. Letzterer ist etwa 2 m hoch, 4 m lang, 2 m breit, hat also ca. 16 cbm Luftraum. Die Aussenwände und die Decken sind gemauert und mit Mörtel überkleidet, der Fussboden aber besteht aus Rothziegelsteinen, die ganz lose an einander liegen, vielfach erhebliche Zwischenräume zwischen sich frei lassen, hier und da sogar selbst in Fragmente zerfallen sind. Nach aussen – und zwar nach Westen — communicirt der Keller mit der freien Luft durch eine Holzklappe, welche zum Zwecke der Untersuchungen so fest geschlossen gehalten wurde, wie es möglich war, aber doch den Zutritt resp. Austritt von Luft ebenso wenig, wie jene vorhin erwähnte Klappthür, ganz verhinderte. Der Untersuchende stieg nach Oeffnung der letzteren rasch hinab, füllte die Flasche mit Luft, las die Temperaturen des feuchten und trockenen Thermometers ab, entfernte sich wieder, schloss die Thüre und holte nach 15 Minuten die im Keller auf den Kopf gestellte Flasche nach oben. So wurde die Thüre in der Regel täglich nur zweimal auf sehr kurze Zeit geöffnet.

Sehr bemerkenswerth waren nun die Ergebnisse bezüglich der Temperatur der Feuchtigkeit und des Kohlensäuregehaltes. Was die erstere betrifft, so schwankte sie innerhalb relativ sehr mässiger Grenzen, nämlich von + 2,4° C. bis + 13,5° C. Die niedrigste Temperatur beobachtete ich am 19. Januar, die höchste am 11. bis 15. August 1887. Im Mittleren betrug die Temperatur im

October 1886	= + 9,6° C.
November	= + 8,5
December	= + 5
Januar 1887	= + 3
Februar	= + 4,2
März	= + 4
April	= + 5,3
Mai	= + 8,0
Juni	= + 9,9
Juli	= + 12,0
August	= + 13,1
September	= + 13,0° C. (nur wenige Tage).

Die Schwankungen von einem Tage zum andern waren ungemein gering und betrugen meistens nur 0,1 oder 0,2 °, selten 0,3 oder 0,4 ° C. Um dies zu zeigen, gebe ich in Folgendem die Ziffern für den Monat Januar 1887, die erste Hälfte des April und des Juli desselben Jahres mit gleichzeitiger Notiz bezüglich der äusseren Temperatur, die im Schatten an der Nordseite des derzeitigen hygienischen Institutes morgens 9½ bis 10 Uhr bestimmt wurde.

	Keller	Aussenluft
1. Januar	+ 5,2	0,0
2. „	5,2	0,0
3. „	5,0	÷ 5,0
4. „	4,9	÷ 1,5
5. „	4,7	÷ 1,8
6. „	4,5	÷ 3,0
7. „	4,4	÷ 2,4
8. „	4,1	÷ 8,2
9. „	3,9	÷ 6,8
10. „	3,6	÷ 4,0
11. „	3,6	÷ 3,6
12. „	3,6	÷ 1,2
13. „	3,6	÷ 2,0
14. „	3,6	÷ 4,0
15. „	3,4	÷ 6,1
16. „	3,0	÷ 6,3
17. „	2,9	÷ 12,0
18. „	2,7	÷ 12,0
19. „	2,5	÷ 11,2
20 „	2,4	+ 0,3
21. „	2,7	+ 3,2
22. „	2,9	+ 3,0
23. „	3,0	+ 2,8
24. „	3,1	+ 0,3
25. „	3,2	+ 0,3
26. „	3,3	+ 1,0
27. „	3,4	+ 2,0

	Keller	Aussenluft
28. Januar	+ 3,5	+ 3,0
29. „	3,6	3,8
30. „	3,7	0,1
31. „	3,7	2,0
1. April	4,5	5,2
2. „	4,5	3,4
3. „	4,3	2,8
4. „	4,5	6,4
5. „	4,7	8,5
6. „	5,0	5,8
7. „	5,0	5,6
8. „	5,0	5,2
9. „	5,0	5,6
10. „	5,1	6,4
11. „	5,2	8,2
12. „	5,3	9,0
13. „	5,4	6,8
14. „	5,4	4,2
15. „	5,3	2,8
1. Juli	11,0	15,2
2. „	11,1	20,0
3. „	11,2	21,0
4. „	11,3	25,4
5. „	11,4	18,5
6. „	11,4	13,0
7. „	11,4	14,5
8. „	11,4	14,0
9. „	11,4	20,0
10. „	11,4	20,0
11. „	11,5	18,5
12. „	11,5	20,2
13. „	11,6	21,0
14. „	11,8	26,5
15. „	12,0	18,5.

Diese Temperaturtabellen zeigen sofort, wie ausserordentlich stabil die Temperatur in dem Keller war, wie wenig sie direct von derjenigen der äusseren Luft beeinflusst wurde. Wäre es nur möglich gewesen, regelmässige Untersuchungen über die Temperatur der oberen Bodenschichten anzustellen, so würde sich wahrscheinlich eine erhebliche Congruenz dieser Temperatur mit der des Kellers haben nachweisen lassen. Doch reichte meine Zeit hierzu nicht aus.

Ueberblickt man die Tabellen, so sieht man ein allmähliches Absteigen der Kellertemperatur bis zum 20. Januar, ein ebenso allmähliches Ansteigen derselben bis zum 15. August, und dann wieder ein Absteigen. Eine nennenswerthe Unterbrechung in dieser Bewegung fand sich eigentlich nur Ende August und Anfang September. Die Temperatur war am 25. August bereits bis auf 12,7° gefallen, stieg dann aber wieder auf 13,1 und weiterhin auf 13,5°, um nunmehr aufs neue und stetig zu fallen. Gleichzeitig mit jener Unterbrechung beobachtete ich eine erhebliche Steigerung der Bodentemperatur.

In einer Tiefe von 5 cm betrug dieselbe im Jahre 1887 am

23. August	+ 14,5°
30. „	+ 18,2
31. „	+ 18,5
1. September . . .	+ 18,3

Ebenso bemerkenswerth war das Verhalten der Luftfeuchtigkeit im Keller. Sie erwies sich dauernd als eine ungemein hohe. Der Stand des feuchten Thermometers wich von demjenigen des trockenen oft gar nicht, meist nur um 0,2 bis 0,3° ab, während das Haarhygrometer von Klinkerfues sich dauernd auf 85 bis 89° C. hielt. Wie schon gesagt, legte ich meinen Berechnungen lediglich die Ziffern zu Grunde, welche das feststehende Psychrometer von August lieferte. Ziehe ich aus ihnen das Generalfacit, so war das Sättigungsdeficit in dem bezeichneten Kellerraume während des Jahres vom October 1886 bis September 1887 durchschnittlich nur 0,180 bis 0,200, in maximo nur 0,350 g. Der Feuchtigkeitsgehalt war also thatsächlich ebenso stabil, wie beträchtlich.

Vom 27. December 1886 bis zum 21. Januar 1887 trieften die Innenfläche der Kellerthüre, sowie alle Wände des Kellers von Feuchtigkeit, obgleich in demselben nichts vorgenommen war, was den Feuchtigkeitsgehalt der Luft hätte erhöhen können. In diesem Zeitraum war das Sättigungsdeficit fast Null, zugleich aber die Temperatur des über dem Keller liegenden Flures etwa 0°, diejenige des Kellers dagegen + 5,2 bis + 2,4°.

Der Kohlensäuregehalt des letzteren erhob sich ebenfalls zu einer grossen Höhe. Von 9 ‰o bis 92 ‰o schwankend, zeigte er in den einzelnen Monaten folgenden Stand:

October	1886	(die letzten Tage des Monats)	= 16	bis 21 ‰o
November	„	(30 Tage)	= 15	„ 20
December	„	(31 „)	= 13	„ 19
Januar	1887	(31 „)	= 11	„ 16
Februar	„	(28 „)	= 9	„ 15
März	„	(29 „)	= 9	„ 12
April	„	(30 „)	= 10	„ 13
Mai	„	(31 „)	= 11	„ 27
Juni	„	(30 „)	= 16	„ 31
Juli	„	(27 „)	= 16	„ 42
August	„	(31 „)	= 28	„ 58
Septbr.	„	(3 Tage, die ersten) . . .	= 68	„ 92

Die niedrigste Ziffer des Kohlensäuregehaltes erhielt ich am 20. Februar 1887 mit 9,08 ‰o, die höchste am 3. September 1887 mit 92 ‰o. Leider musste ich am 4. September verreisen und konnte deshalb nicht weiter verfolgen, ob mit jenem Tage das Maximum erreicht war. Als ich am 9. October 1887 wieder untersuchte, fand ich den Kohlensäuregehalt im Keller = 33,20 ‰o.

Sieht man von den kleineren Schwankungen ab, so fand langsame Abnahme des CO_2-Gehaltes vom October bis zum Ende März, während des April nahezu Stillstand, dann eine Zunahme statt, welche anfänglich langsam, dann rascher von Statten ging, zu Ende August und Anfang September aber ungemein rapide wurde. Am 3. September betrug der CO_2-Gehalt das Zehnfache dessen vom 20. Februar.

Obgleich der Keller stets in gleicher Weise gehalten wurde, zeigten sich grosse Schwankungen im Kohlensäuregehalte auch von Tag zu Tag. Zum Beweise dafür möge folgende Zusammenstellung dienen.

Der CO_2-Gehalt war:

1.	Am 5. Nov. 1886 . . .	17,10 ‰o
	„ 6. „ „ . . .	20,85
2.	„ 12. Dec. „ . . .	18,80
	„ 13. „ „ . . .	15,21
3.	„ 16. „ „ . . .	17,18
	„ 19. „ „ . . .	14,28
4.	„ 1. Mai 1887 . . .	13,10
	„ 2. „ „ . . .	13,36
	„ 3. „ „ . . .	15,35
5.	„ 11. „ „ . . .	16,42
	„ 12. „ „ . . .	19,60
6.	„ 17. „ „ . . .	20,22
	„ 18. „ „ . . .	23,48
7.	„ 25. „ „ . . .	20,00
	„ 26. „ „ . . .	26,25
8.	„ 10. Juni „ . . .	20,50
	„ 11. „ „ . . .	26,10
	„ 12. „ „ . . .	27,00
	„ 13. „ „ . . .	16,20
	„ 14. „ „ . . .	16,50
	„ 15. „ „ . . .	23,12
9.	„ 1. Juli „ . . .	32,00
	„ 2. „ „ . . .	24,60
10.	„ 5. „ „ . . .	18,75
	„ 6. „ „ . . .	30,40
11.	„ 30. „ „ . . .	20,80
	„ 31. „ „ . . .	40,10
12.	„ 7. Aug. „ . . .	40,28
	„ 8. „ „ . . .	56,30

Wie sind diese zum Theil ausserordentlich beträchtlichen Schwankungen zu erklären? Zunächst möchte ich dem Einwurfe

begegnen, dass der Keller an den verschiedenen Tagen verschieden lange geöffnet gewesen, oder die Luft in verschiedener Höhe desselben entnommen sei. Schon vorhin ist erwähnt, dass mit Vorbedacht die Dauer des Aufenthalts des Untersuchenden im Keller möglichst gleichmässig war, und ich kann hier hinzufügen, dass die Differenz sich höchstens auf etwa ½ Minute belaufen haben kann. Die wenigen Tage, an denen eine mehr als zweimalige Eröffnung des Raumes statt hatte, sind in meinen Tabellen besonders notirt und die betreffenden Werthe ausser Berechnung geblieben. Sodann sei betont, dass die Luft allemal in gleicher Höhe, nämlich 20 cm über dem Fussboden entnommen wurde. Die Schwankungen sind demnach durch andere Momente verursacht worden.

Es lässt sich nun sehr bestimmt nachweisen, dass in einem grossen Theile des Jahres der Barometerstand von entscheidendem Einflusse auf den Kohlensäuregehalt der Luft des Kellers war und zwar derartig, dass die Menge der Kohlensäure bei fallendem Barometer grösser, bei steigendem Barometer geringer wurde. Zum Belege gebe ich folgende Zusammenstellungen:

1887	Barometerstand	CO_2
1. Januar . . .	772,5 mm	13,80 ‰o
2. „ . . .	766,0	17,12
3. „ . . .	765,0	17,20
4. „ . . .	760,0	16,90
5. „ . . .	751,0	16,52
6. „ . . .	745,0	17,03
7. „ . . .	747,5	15,28
8. „ . . .	751,0	13,10
9. „ . . .	755,0	12,78
27. „ . . .	774,0	13,40
28. „ . . .	772,5	13,56
29. „ . . .	773,5	11,70
30. „ . . .	773,5	11,30
31. „ . .	768,0	11,36

1887	Barometerstand	CO_2
1. Februar	765,0 mm	11,47 ‰o
7. März	768,0	10,40
8. „	773,0	10,30
9. „	763,0	11,17
10. „	760,0	11,25
11. „	761,0	11,20
12. „	751,0	11,76
13. „	762,0	10,24
14. „	761,0	10,85
15. „	761,0	10,61
16. „	766,0	10,21
1. April	756,0	10,77
2. „	750,0	10,96
3. „	755,0	9,08
4. „	758,0	9,12
5. „	752,5	10,98
6. „	756,0	10,90
7. „	756,0	10,52
8. „	767,0	10,48
9. „	765,0	10,76
10. „	770,0	10,45
11. „	771,5	10,45
12. „	768,0	10,70
13. „	761,0	11,00
14. „	758,0	11,04
15. „	764,0	10,88
1. Juni	765,0	13,10
2. „	762,0	13,36
3. „	755,0	15,35
4. „	751,0	16,48
5. „	760,0	17,10
6. „	761,0	17,46
7. „	764,0	15,48
8. „	769,0	15,00

1887	Barometerstand	CO_2
9. Juni	771,0 mm	15,25 ‰o
10. „	767,0	15,37
11. „	764,0	16,42
12. „	760,5	19,60
13. „	759,0	19,77
14. „	769,0	19,00
15. „	770,0	18,78

Diese Zusammenstellungen geben, wie ich glaube, thatsächlich die Belege dafür ab, dass der Stand des Barometers von wesentlichem Einflusse auf den Kohlensäuregehalt der Luft des Kellers war. Namentlich bei jähen Sprüngen des Luftdruckes konnte dieser Einfluss bis in den Monat Mai hinein stets constatirt werden. Ich verweise nur auf die Ziffern vom 1. und 2. Januar, 5. und 6. Januar, 7. und 8. Januar, 8. und 9. März, 11. und 12. März, 1. und 2. April, 12. und 13. April, 7. und 8. Mai. Allerdings kommen auch einzelne Beobachtungen vor, welche mit den eben citirten contrastiren, z. B. denjenigen vom 3. und 4. Januar, vom 4. und 5. Mai. Aber sie sind sehr sparsam im Verhältnis zu jenen, welche darauf hinweisen, dass bei fallendem Barometer die Kohlensäuremenge zunahm, bei steigendem abnahm.

Ich erkläre mir die temporären Zunahmen der letzteren im Keller dadurch, dass, sobald die Bedingungen dazu günstig waren, die Kohlensäure aus dem Boden in grösserer Menge zuströmte, als das nämliche Gas aus dem Keller entwich, die temporären Abnahmen aber dadurch, dass ein Entweichen der Kohlensäure nach aussen und nach dem Flur, aber kein entsprechender Nachschub statthatte. Dass dabei auch die Temperaturdifferenzen zwischen Boden-, Keller-, Flur- und Aussenluft eine Rolle spielten, ist zweifellos; eine wichtige und in die Augen fallende spielte aber jedenfalls der Luftdruck.

Im Uebrigen hat bereits vor zwei Jahren Suess[1]) hervorgehoben, dass der Gasgehalt der Teschener Gruben mit fallendem

1) Suess, Nach »Natur« 1886 S. 2.

Luftdrucke zu-, mit steigendem abnahm, und dass dies um so stärker der Fall war, je steiler die Luftdruckcurve sich gestaltete.

Nun stellte sich mir aber weiter heraus, dass der seit October 1886 bemerkbare Einfluss des Barometerstandes auf den Kohlensäuregehalt des Kellers vom Monat Mai 1887 an immer mehr sich verwischte und bald gar nicht mehr zu verkennen war. Zum Beweise hierfür lasse ich in nachstehender Tabelle die Beobachtungen aus dem ganzen Monat Juni 1887 folgen und mache den Leser besonders auf den 4., 8., 10., 11., 15., 18., 21. und 29. dieses Monats aufmerksam.

1887	Barometer	CO_2
1. Juni	766,5 mm	23,60 ‰o
2. „	762,0	25,30
3. „	759,0	26,72
4. „	761,0	26,80
5. „	766,0	24,10
6. „	766,5	21,20
7. „	766,5	21,96
8. „	764,0	18,80
9. „	764,5	19,25
10. „	765,0	20,50
11. „	768,0	26,10
12. „	761,5	27,00
13. „	764,5	16,20
14. „	765,0	16,50
15. „	771,0	23,12
16. „	770,0	26,16
17. „	771,5	29,00
18. „	771,5	26,30
19. „	768,0	26,80
20. „	762,0	28,10
21. „	762,0	24,25
22. „	765,0	27,34
23. „	766,0	27,10
24. „	767,5	26,30
25. „	766,0	18,20

1887	Barometer	CO_2
26. Juni	766,0 mm	18,12 ‰o
27. „	768,0	30,00
28. „	762,5	20,20
29. „	770,0	28,62
30. „	769,5	31,10

Aehnliche sind die Ergebnisse der Untersuchung im Monat Juli am:

	Barometerstand	CO_2	
1. Juli	769 ccm	32,00 ‰o	
2. „	770	24,60	
3. „	771	21,40	
4. „	766	18,90	
5. „	759	18,75	
6. „	757,5	30,40	
7. „	765	25,72	
8. „	770	28,00	
9. „	766	26,00	
10. „	761	28,25	
11. „	759	32,32	
12. „	763	31,00	
13. „	767	30,60	
14. „	766	33,80	
15. „	768	34,60	
16. „	766	34,72	
17. „	766	34,50	
18. „	768	36,10	
19. „	767	39,12	
20. „	769	38,10	
21. „	769	36,80	
22. „	769	36,25	
23. „	762	42,08	
24. „	—	—	fielen infolge meiner Erkrankung aus
25. „	—	—	
26. „	—	—	
27. „	—	—	
28. „	—	—	
29. „	769	30,50	
30. „	768	26,80	
31. „	765	40,10	

Auch der Monat August ergab ein gleiches Resultat. Ich registrire hier nur die folgenden Data:

	Barometer	CO_2
9. August	759 mm	57,00 ‰o
10. „	744	50,32
11. „	756	44,40
12. „	758	39,60
13. „	760	38,70
14. „	760	37,50
15. „	762	38,80

Wir sehen aus diesen Zusammenstellungen, dass in den Monaten Juni, Juli und August zwar erhebliche Schwankungen im Kohlensäuregehalt des Kellers hervortraten, dass sie aber nicht immer mit denen des Luftdrucks congruirten, dass vielmehr oft gerade bei steigendem Barometer eine Zunahme der CO_2, bei fallendem eine Abnahme statthatte. Wie erklärt sich dies? Man denkt zunächst daran, dass wegen der stärkeren Temperaturdifferenzen zwischen Boden und Keller, sowie zwischen Keller und Flur die Austauschverhältnisse wesentlich andere wurden. Aber hieraus würde man doch nicht eine befriedigende Erklärung namentlich für die starken und schroffen Aenderungen des CO_2-Gehaltes im Keller erblicken können. Ich finde eine solche Erklärung für das abweichende Verhalten des CO_2-Gehaltes während des Sommers — schon seit Mitte Mai liessen sich mehr Irregularitäten nachweisen — nur in der Annahme, dass mit der Steigerung der Bodenwärme eine lebhaftere Production der Kohlensäure im Boden vor sich ging. Die Luft im Keller war ja trotz der Communication, welche zwischen letzterem und der Aussenluft wie dem Flur bestand, im wesentlichen Bodenluft. Nun wissen wir, dass die Production der Kohlensäure im Boden während der Abkühlung des letzteren, speciell während der Monate November, December, Januar, Februar, März, April und Mai eine knappe und ziemlich gleichmässige ist. Port[1]) notirt folgende Ziffern für den CO_2-Gehalt der Bodenluft in 1,5 m Tiefe:

1) Epidemiologische Beobachtungen in den Garnisonen Münchens. Archiv f. Hygiene Bd. 1.

Januar	11,08 ‰
Februar	7,25
März	9,83
April	8,78
Mai	9,65
Juni	15,67
Juli	23,97
August	28,47
September	33,80
October	26,03
November	16,11
December	11,43

Diese Ziffern gelten für München. Soweit meine eigenen Ermittelungen einen Schluss zulassen, ist in Rostock das Verhalten der Bodenkohlensäure ein ähnliches, nur dass sie in den Monaten September und October relativ geringere Höhe erreicht. Jedenfalls beginnt vom Mai ab eine ungleich lebhaftere Production der Kohlensäure im Boden. Dies wird aber nicht bloss den procentischen Gehalt der mit der Bodenluft communicirenden Kellerluft an Kohlensäure steigern, sondern auch zur Folge haben, dass der Einfluss des Luftdruckes nicht mehr, oder nicht mehr so bestimmt in die Erscheinung tritt. So lange die Production von Kohlensäure im Boden eine mehr gleichmässige ist, kann ein Factor, welcher auf die Bewegung dieses Gases seine Einwirkung ausübt, selbstverständlich leichter erkannt werden, als wenn die Production in starkem Ab- oder Ansteigen begriffen ist, oder ganz und gar schwankt. Dieselbe hängt nicht bloss von der Temperatur des Bodens, sondern auch von der Durchfeuchtung desselben ab. Diese war nun im Juni, Juli und August des laufenden Jahres eine ungemein wechselnde, ein Umstand, welcher wohl Beachtung verdient, wenn man die zum Theil sehr beträchtlichen Schwankungen des Kohlensäuregehaltes der Kellerluft von einem Tage zum andern erklären will. So stieg die Kohlensäure der Luft des Kellers nach der Mitte des Juli 1887 auf 36 bis 42 ‱ bei ziemlich hoher Aussen- und recht hoher Bodentemperatur,

sowie fast völlig trockenem Wetter. Vom 17. bis zum 30. fiel nur einmal (am 19.) ein klein wenig Regen. Nach dem 23. Juli, an welchem jener CO_2-Gehalt = 42,08 ‰o war, fiel derselbe stetig, um am 30. Juli auf 20,80 ‰o hinabzusinken. Dann trat Landregen, am 31. Juli Gewitterregen, am 1. August wieder ein starker Regen ein, und der Kohlensäuregehalt der Kellerluft hob sich von

20,80 ‰o	am 30. Juli auf		
40,10	„ 31. „	(Barom.	768 mm)
49,20	„ 1. August	„	765
50,31	„ 2. „	„	766,5
50,00	„ 3. „	„	768,5.

An diesen Tagen scheint doch in Wahrheit eine sehr vermehrte Production von Bodenkohlensäure stattgehabt zu haben, nachdem reichliche Niederschläge den vorher sehr trocken gewordenen, warmen Boden durchtränkten.

Wie innig aber der Keller infolge seiner permeablen Sohle mit dem Boden communicirte, geht aus folgender, um die Mitte des Monats August 1887 gemachten Beobachtung hervor. Am 15. ds. Mts. begannen, nachdem ich früh morgens noch die Kohlensäurebestimmung gemacht hatte, Arbeiter in dem Keller die ihn durchsetzenden Leitungsrohre zu restauriren. Thür und Aussenklappe standen deshalb während des bezeichneten Tages, auch noch am 16. und 17. August, lange Zeit offen. Nun betrug der CO_2-Gehalt am

14. August	37,50 ‰o
15. „	36,80
16. „	10,77
17. „	9,96
18. „	28,60
19. „	33,57

Um die Ziffern vom 18. und 19. August richtig zu würdigen, muss man ins Auge fassen, dass um diese Zeit, überhaupt schon seit dem 10. August, wo kühles, regnerisches Wetter mit auffallend

kalten Nächten den Boden sehr abkühlte[1]), sicher in letzterem die Kohlensäureproduction in der Abnahme begriffen war. Im Hinblick hierauf ist anzunehmen, dass schon am 19. August die beim Oeffnen der Thüre und Klappe eingedrungene Luft nahezu vollständig wieder durch Bodenluft ersetzt war. Jedenfalls aber beweist die hier hervorgehobene Beobachtung, dass zwischen einem Keller mit permeabler Sohle und dem Erdboden ein sehr inniger Luftaustausch statthat.

Viermal wurde die Kellerluft gleichzeitig unmittelbar über der Sohle und 2 m hoch, unmittelbar unter der Decke entnommen. Es ergaben sich bei der Untersuchung folgende Werthe für die Kohlensäure im Jahre 1887 am

	unten	oben
4. Januar . . .	16,90 ‰o	16,21 ‰o
1. Februar . . .	11,47	11,00
14. März	10,85	10,14
10. Mai	15,37	14,88

Die Differenz war also nicht ganz unerheblich. Sie erklärt sich zweifellos aus dem Umstande, dass die Luft im Keller nahezu stagnirte, und die kohlensäurereiche Luft aus dem Boden nachströmte.

Die organische Substanz in der Luft des bezeichneten Kellers ist monatlich einmal bestimmt worden. Dabei fand ich folgende Werthe. Es wurden verbraucht auf 10 l Luft am

	Kalipermanganatlösung
15. October 1886	1,65 ccm
1. November „	1,52
1. December „	1,73
2. Januar 1887	1,84
1. Februar „	1,50
1. März „	1,36
3. April „	1,65

1) Am 19. August 1887 betrug die Temperatur des Bodens an der Nordseite des hygienischen Institutes in 5 cm Tiefe nur 14,8° C., während sie am 27. Juli 1887 23,4° C. betragen hatte.

		Kalipermanganatlösung
1. Mai	1887	1,48 ccm
1. Juni	„	1,42
1. Juli	„	1,68
10. August	„	1,60

Das Mittel aus diesen Werthen ist 1,59 cm. Die Schwankungen im Gehalte an oxydabler, organischer Materie waren demnach auffallend gering gegenüber denjenigen, welche in der äusseren Luft constatirt worden waren, während bei Untersuchung der letzteren auf 10 l 0,15 bis 1,27 ccm der Kalipermanganatlösung verbraucht wurden, waren auf 10 l Kellerluft erforderlich 1,36 bis 1,84 ccm. Setze ich an Stelle des Verbrauchs an Kalipermanganatlösung denjenigen von Sauerstoff, so wurden verbraucht

1. für Kellerluft

9,52 Vol.-Theile O auf	1 Million Vol.-Theile Luft	in minimo,
12,88	do.	in maximo,
11,13	do.	im Mittel.

2. für die Luft des Universitätshofes

1,05 Vol.-Theile O auf	1 Million Vol.-Theile	in minimo,
9,00	do.	in maximo,
3,70	do.	im Mittel.

Die ungleich geringeren Schwankungen im Gehalte der Kellerluft an organischer Materie hängen zweifellos mit dem Umstande zusammen, dass dieselbe keine bewegte war, und dass namentlich derjenige Factor, welcher bei der Aussenluft die grössten Schwankungen hervorruft, der Regen, auf sie nicht einwirkte.

Vergleichen wir die Menge der organischen Substanz in der Kellerluft mit derjenigen in der Aussenluft, so sehen wir, dass sie in ersterer viel reichlicher vertreten war. Denn das Minimum der organischen Substanz in der Kellerluft stellte sich noch höher, als das Maximum derselben in der Aussenluft. Im Mittel war diese Substanz in der Luft des bezeichneten Kellers dreimal mehr vorhanden, als in der Luft des Universitätshofes und einmal mehr, als in derjenigen des freien Feldes. Es ist dies ja recht erheblich. Aber vielleicht hätte man bei den eigenthümlichen

Verhältnissen des Kellers noch ungünstigere Werthe erwarten können, als sie gefunden wurden. Denn die Luft stagnirte fast vollständig, und purificirende Factoren kamen, wie schon angedeutet ist, in ihr nicht zur Geltung. Aber andererseits fehlte in ihr der sonst die Luft verunreinigende Staub, ich will nicht sagen völlig, aber relativ ungleich mehr, als in der Aussenluft und in der Luft bewohnter Räume. Setzte ich reine Glasplatten oder Platten, welche mit Glycerin überstrichen waren, zwei bis drei Tage der Kellerluft aus, so konnte ich nur sehr wenig Staubpartikelchen auf ihnen wahrnehmen. Dass der Antheil des Staubes an der Gesammtmasse der oxydablen organischen Materie kein so grosser war, wie in der Aussenluft, geht auch aus folgenden Bestimmungen hervor. Als 10 l Luft des Kellers zuerst durch Asbestmasse und darauf durch ein mit verdünnter Schwefelsäure versetztes Wasser geleitet wurden, ergab sich, dass verbraucht wurden an Kalipermanganatlösung

		von der Asbestmasse	von dem Wasser
1.	am 15. October 1886	= 0,80 ccm	0,85 ccm
2.	„ 1. Mai 1887	= 0,39	0,79
3.	„ 1. Juni 1887	= 0,75	0,67

Es kam also auch die oxydable gasige Materie im Durchschnitt ein noch etwas grösserer Procenttheil, als auf die oxydable, staubförmige Materie. In der Aussenluft hielt sich dagegen der Procentsatz der ersteren viel, viel niedriger, indem er nur den fünften bis sechsten Theil der staubförmigen ausmachte. So bestand also auch in der Qualität der organischen Materie ein Unterschied zwischen der Keller- und Aussenluft.

Die eigenthümliche Beschaffenheit der Luft des hier in Frage stehenden Kellers trat auch noch nach einer anderen Richtung hervor. Diese Luft hatte einen auffallenden Geruch, der mitunter mehr, mitunter weniger intensiv war, mitunter auch, aber nur ganz ausnahmsweise, völlig vermisst wurde. Derselbe glich nicht dem gewöhnlichen muffig-dumpfen Geruch, wie man ihn in feuchten, ungenügend gelüfteten Räumen wahrnimmt, sondern hatte eine gewisse Aehnlichkeit mit demjenigen des Buchenholzrauches. Ich notirte deshalb in meinen Tabellen:

brenzlicher Geruch. Worauf er beruhte, kann ich nicht sagen. Da der Keller völlig leer war, nur eine Holztreppe enthielt, so konnte jener Geruch wohl lediglich von einer, aus der Bodenluft stammenden, Beimengung herrühren. Aus einer solchen Annahme liesse sich auch erklären, weshalb er zeitweise stärker, zeitweise schwächer beobachtet wurde. Mit voller Bestimmtheit kann ich angeben, dass er nicht aus der Binnenluft des bezeichneten Gebäudes hineingelangt war. Denn in letzterem wurde er niemals beobachtet.

Vergleichen wir die Menge der Kohlensäure in der Kellerluft mit derjenigen der organischen Substanz, so finden wir zwar, dass diese, wie jene sehr gross war. Aber es stieg die Menge der organischen Substanz keineswegs in demselben Verhältnis an, wie die der Kohlensäure. War letztere im Keller während des Monats August 1887 am höchsten, so entsprach die Menge der organischen Substanz genau dem Mittel. Allerdings wurde dieselbe nur einmal pro Monat bestimmt. Aber gerade am 10. August, an welchem ich sie bestimmte, betrug der CO_2-Gehalt 50,32 ‰o, war also excessiv hoch. Andererseits wurde am 3. April 1887 der CO_2-Gehalt sehr niedrig (9,08 ‰o), dagegen derjenige der organischen Substanz das Mittel nicht unbeträchtlich überschreitend gefunden. Wir dürfen deshalb auch für Kellerluft den Kohlensäuregehalt nicht als einen sicheren Index der Reinheit oder Unreinheit der Luft ansehen, wie wir dies schon weiter oben in Bezug auf die Aussenluft ausgesprochen haben.

Die Menge der Mikroorganismen in der Kellerluft war eine relativ nicht sehr beträchtliche. Monatlich einmal bestimmt, betrug sie im

		in 10 l	also in 1 cbm
1. October	1886	9,	900
2. November	„	4	400
3. December	„	7	700
4. Januar	1887	5	500
5. Februar	„	5	500
6. März	„	11	1100

7.	April	1887 in 10 l	7,	also in 1 cbm	700
8.	Mai	„	13		1300
9.	Juni	„	11		1100
10.	Juli	„	7		700
11.	August	„	16		1600.

Der Durchschnitt war demnach 8,5 : 10 l, 850 : 1 cbm.

Bei weitem die meisten der Mikroorganismen gehörten der Klasse der Schimmelpilze an, von denen die Mucorineen prävalirten. Es folgten der Zahl nach die Spaltpilze; am wenigsten vertreten waren die Sprosspilze. Das Verhältnis dieser drei Klassen zu einander gestaltete sich im Durchschnitt folgendermaassen: Auf sechs Schimmelpilze kamen zwei Spaltpilze und ein Sprosspilz.

Unter den Schimmelpilzen habe ich Mucor Mucedo, Mucor rhizopodiformis, Aspergillus glaucus, niger und fumigatus constatirt, unter den Sprosspilzen Saccharomyces cerevisiae und mycoderma, niemals Saccharomyces glutinis, unter den Spaltpilzen Micrococcus candicans, aurantiacus, Bacillus subtilis, niemals den Bacillus prodigiosus gefunden.

Ungemein sorgsam habe ich nach pathogenen Spaltpilzen geforscht, indem ich Platten mit Nährgelatine oder sterile Kartoffelscheiben oder anderes steriles Material mehrere Stunden in der ruhigen Kellerluft exponirte und dann bei Zimmertemperatur in feuchten Glaskammern hielt. Es geschah dies, weil man gerade die feuchten Kellerräume als die Entstehung von Infectionskrankheiten befördernd ansieht. So sind denn sämmtliche Colonien, die sich entwickelten, untersucht worden. Nur ein einziges Mal, nämlich am 19. August 1887 habe ich auf einer sterilen Kartoffel, die vier Stunden im Keller gelegen hatte, zwei Colonien gefunden, welche den Friedländer'schen Pneumococcus enthielten. Sie bildeten weissgelbliche Plaques, auf denen späterhin Blasen erschienen. Stichculturen liessen sehr bald die bekannte weisse Kuppe, den Nagel, an der Oberfläche hervortreten, während längs des Impfstiches selbst eine dicke, weisse Masse sich bildete. Plattenculturen zeigten nach 30 Stunden kleine, weisse, runde Pünktchen, die bei 100facher Vergrösserung

als kleine Scheiben mit bräunlicher Peripherie sich erwiesen. Das mikroskopische Präparat zeigte den Pneumococcus in der Form, wie man sie in den Culturen antrifft.

Am 15., 16. und 17. August war in dem Keller an dem Wasserleitungsrohre gearbeitet worden. Es ist wahrscheinlich, dass die bezeichneten Spaltpilze damals aus der Wandung des Kellers, an welcher das Rohr sich entlang zieht, oder aus einem anderen Ruhepunkte aufgerührt wurden und in die Luft des Raumes hineingelangten. Sie sind wenigstens vorher trotz sorgsamsten Forschens nicht gefunden worden [1]).

Um schliesslich noch des Ammoniakgehaltes der Kellerluft zu gedenken, so war derselbe fast bei sämmtlichen Feststellungen gleich Null. Nur in zwei von insgesammt 24 Bestimmungen konnte eine geringfügige Spur von Ammoniak nachgewiesen werden, während dasselbe in den übrigen Räumen des Institutes ein ganz regelmässiger Bestandtheil der Luft ist.

Die Luft im Souterrain meines Wohnhauses.

Mein jetziges, in der Steinthorvorstadt von Rostock belegenes Wohnhaus, auf trockenem, durchlässigem Boden aufgebaut, hat ein etwa zur Hälfte seiner Höhe unter das Niveau des letzteren hinabreichendes Souterrain, welches nach der gewöhnlichen Auffassung als ein trockenes betrachtet wird. Die Einzelräume desselben sind zum grössten Theile mit festem Estrich (aus Cement), zum kleineren Theile mit Ziegelsteinen ohne Kalkverbindung gepflastert. Sie alle werden fleissig gelüftet und gesäubert.

Während des Jahres vom October 1886 bis zum Ende des September 1887 schwankte die Temperatur in den nicht geheizten Südräumen dieses Souterrains von + 1° bis 21,9° C., in den Nordräumen von + 0,3 bis 20,3° C. Die niedrigsten Ziffern wurden am 18. Januar 1887, die höchsten am 30. und 31. Juli 1887 ermittelt, an welchen beiden letztbezeichneten Tagen die Aussentemperatur am Mittage die Höhe von 30° C. überschritt.

1) Nähere Darlegung dieses Befundes siehe Berliner klin. Wochenschrift 1887 Nr. 39.

Was die Feuchtigkeit des Souterrains betrifft, so differirte sie nicht unerheblich je nach der Construction des Fussbodens der Räume. In den Cementestrichlocalitäten betrug das Sättigungsdeficit im Mittel = 2,910 g pro 1 cbm Luft und schwankte hier von 0,820 bis 3,420 g. In dem mit Ziegelsteinen gepflasterten Raume, der allerdings nach Norden liegt, betrug es im Mittel nur 1,040 g pro 1 cbm.

Der Kohlensäuregehalt, welchen ich 1885, 1886 und 1887 im Ganzen dreissigmal bestimmen konnte, war in den Cementestrichräumen = 5,24 bis 6,85 ‱, im Mittel 5,88 ‱, in dem mit Ziegelsteinen gepflasterten Raume dagegen 5,87 bis 7,36 ‱, im Mittel 6,25 ‱. In einem Mansardenraume meines Hauses, der ebenfalls nicht bewohnt wird, in dem sich lediglich alte Kisten u. s. w. finden, constatirte ich nur 4,34 ‱, ein zweites Mal 4,19 ‱ CO_2, in den Parterrezimmern 4,59 ‱ CO_2 bis 4,85 ‱ CO_2.

Auch die Menge der organischen Substanz war in der Luft meines Souterrains geringer, als in derjenigen des Kellers im hygienischen Institute. Es wurden nämlich auf 10 l Luft an Kalipermanganatlösung verbraucht in dem mit Ziegelsteinen gepflasterten Raume

1. 1,42 ccm
2. 1,51
3. 1,44
4. 1,60

im Mittel 1,49

An und für sich ist diese Menge nicht sehr erheblich, wenn wir sie vergleichen mit derjenigen Menge organischer Materie, welche wir in Binnenräumen constatiren können. So ermittelte ich in meinem fleissig gelüfteten Studierzimmer früh morgens vor der Lüftung, dass

1. 1,38 ccm
2. 1,43

Kalipermanganatlösung auf 10 l Luft verbraucht wurden.

Wenn man jedoch ins Auge fasst, dass jener Raum im Souterrain nicht bewohnt ist, dass in ihm sehr wenig Anlass zur

Staubbildung gegeben wird, so muss man die vorhin notirte Menge organischer Substanz, welche einem Verbrauche von 10,43 Vol.-Theilen Sauerstoff auf 1 Million Vol.-Theile Luft entspricht, als hoch bezeichnen. Uebersteigt sie doch das Maximum der in der Luft des Universitätshofes gefundenen organischen Substanz um ein nicht Unbedeutendes. — In bewohnten Souterrains mit mangelhafter Lüftung fand ich übrigens ungleich höhere Ziffern. So wurden a) auf dem Flur eines solchen Souterrains und b) in einem Wohnzimmer je 10 l Luft entnommen und verbraucht

für a) 2,05 ccm Kalipermanganatlösung,
„ b) 3,12 „

Die Mikroorganismen, welche in der Luft des Souterrains meines Hauses nachgewiesen werden konnten, gehörten in ihrer überwiegenden Mehrzahl wiederum der Klasse der Schimmelpilze an. Nur prävalirten hier die Aspergillen gegenüber den Mucorineen. Doch wurden bei jeder Luftprüfung beide Gattungen der Schimmelpilze gefunden. Unter den Sprosspilzen waren sehr häufig Saccharomyces cerevisiae und mycoderma, selten Saccharomyces glutinis, unter den Spaltpilzen am meisten vertreten Micrococcus candicans und aurantiacus, Bacillus butyricus und subtilis. Zweimal, im September 1886 und im Juli 1887, zeigte sich der Bacillus der blauen Milch in einer Reihe von Schalen, welche mit Milch gefüllt in dem Souterrain aufgestellt waren. Zu beiden Zeiten war die Temperatur sehr hoch, und das Sättigungsdeficit in der Luft sehr niedrig.

Pathogene Mikroben habe ich in der Luft meines Souterrains ausser Staphylococcen nicht constatiren können.

Allgemeine Betrachtungen über Kellerluft.

Nach den im Vorstehenden mitgetheilten Feststellungen und Beobachtungen differirt die Luft in Souterrains im allgemeinen, ich will lieber sagen, in den nur zum Theil unter dem Bodenniveau angelegten und mit impermeablem Fussboden versehenen Kellerräumen ebenso, wie in den rein unterirdischen Kellern von der Aussenluft um ein wesentliches. Zunächst charakterisirt sich die Kellerluft durch eine grössere Stabilität der Temperatur,

welche im Winter relativ hoch, im Sommer relativ niedrig ist und schroffe Wechsel nicht aufweist, dadurch aber nicht bloss von der Aussenluft, sondern auch von der Luft der höheren Geschosse des Hauses, namentlich der Mansarden, sich unterscheidet. Sie charakterisirt sich zweitens dadurch, dass sie entschieden feucht ist, ein geringes Sättigungsdeficit zeigt. Dieses tritt zwar besonders scharf in den Kellerräumen zu Tage, welche gegen den Erdboden durch keine impermeable Schicht abgeschlossen sind, ist aber auch in solchen Räumen zu erkennen, welche mit Cement-Estrich versehen, nach Süden zu gelegen sind und den Anschein völlig trockener Räume haben. Drittens ist der Kohlensäuregehalt der Kellerluft als relativ hoch zu bezeichnen, sowohl gegenüber der Aussenluft, als auch gegenüber der Luft höherer Stockwerke. Dies äussert sich ebenfalls am stärksten in den Kellerräumen, welche einen permeablen Fussboden besitzen, ist aber auch in Räumen mit Cement-Estrich wenigstens dann recht wohl erkennbar, wenn neben ihnen solche mit permeablem Fussboden liegen. Das Plus an Kohlensäure wird in der Hauptsache durch Zufuhr von Bodenluft zu erklären sein und wird sich um so mehr steigern, je weniger die betreffenden Räume ventilirt sind. Dass der Kohlensäuregehalt der Luft in Kellerlocalitäten mit permeablem Fussboden von dem Luftdrucke beeinflusst wird, darf nach den hier vorgebrachten Daten als sicher angenommen werden. Es ist viertens die Kellerluft an organischer Substanz reicher, als diejenige der Aussenluft an reinlichen und den Winden ausgesetzten Orten, aber nicht viel reicher als die Luft der Binnenräume im allgemeinen. Was die Mikroorganismen anbelangt, so prävaliren in der Kellerluft die Schimmelpilze vor den Spalt- und Sprosspilzen.

Nach diesem ihrem Verhalten muss sie demjenigen, welcher in ihr sich aufhält, durchschnittlich mehr Wärme entziehen, als nicht bewegte Aussenluft oder die Luft in anderen Binnenräumen. Denn die Kellerluft ist im Mittel kühler und vor allem feuchter; Feuchtigkeit aber bindet Wärme. Ihr relativ hoher Gehalt an Feuchtigkeit muss gleichzeitig die Abgabe von Wasserdampf

durch die Respiration wesentlich beeinträchtigen, wie dies nicht näher erörtert zu werden braucht. Eine solche Behinderung scheint zwar nicht direct schädlich zu wirken, da der menschliche Organismus das nicht durch die Respiration eliminirte Quantum Wasser durch andere Organe auszuscheiden vermag. Ob sie jedoch, wenn andauernd, nicht auf indirecte Weise, z. B. durch permanente Mehrbelastung der Nieren, Nachtheile für die Gesundheit bringen kann, ist eine andere Sache. Die Möglichkeit einer solchen indirect schädlichen Wirkung darf wohl nicht von der Hand gewiesen werden.

Sicherlich liegt aber eine gesundheitliche Gefahr in der niedrigen Temperatur und der Feuchtigkeit der Luft des Kellers, wenn Jemand ihn mit erhitztem Körper betritt. Die hyperämische Haut wird dann plötzlich stark abgekühlt. Es entsteht dadurch ein Reflex von den Hautnerven auf andere Nerven und eine Alteration der Blutvertheilung in den Organen des Körpers. Hierauf sind wohl viele Fälle von Angina und von Bronchitis zurückzuführen, welche namentlich bei Kindern der in Souterrains wohnenden Familien so häufig sind. Es scheint mir wenigstens die hier gegebene Erklärung die einfachste zu sein.

Ich komme nun zu der Frage, ob der stärkere Kohlensäuregehalt der Kellerluft eine Gefahr für die Gesundheit bedingt. Da der Mensch, wenn anders er völlig gesund ist, erfahrungsgemäss eine Luft, welche 5 Promille Kohlensäure enthält, ohne Beschwerde und ohne jeden Schaden einathmen kann, so wird ein nicht anhaltender Aufenthalt in der Kellerluft, die nur unter besonders ungünstigen Umständen einen so hohen CO_2-Gehalt aufweist, keine Nachtheile mit sich bringen. Ob aber dauernde Einwirkung der kohlensäurereichen Kellerluft nicht doch durch Störung des Chemismus der Athmung schädlichen Einfluss ausübt, ist weniger bestimmt zu sagen. Für Kinder möchte ich den letzteren als sehr wohl möglich betrachten. Sie scheiden bekanntlich relativ viel mehr Kohlensäure aus, als Erwachsene. Wird nun durch den Reichthum der Kellerluft an diesem Gase die Elimination desselben aus dem Körper behindert und andauernd behindert, so muss eine

schädliche Rückwirkung auf letzteren bei ihnen viel eher sich äussern, als bei Erwachsenen.

Ganz bestimmt aber dürfte der gesteigerte Kohlensäuregehalt der Kellerluft Asthmatikern Schaden bringen, da notorisch schon geringfügige Erhöhungen des Kohlensäuregehaltes der Luft überhaupt bei diesen Personen Steigerung der Dyspnoë bewirken.

Ein nachtheiliger Factor in der Kellerluft ist zweifellos auch der höhere Gehalt derselben an organischer Substanz, wie er durch die Communication jener Luft mit der Bodenluft und durch die naturgemäss mangelhaftere Ventilation der Kellerräume bedingt ist. Allerdings kennen wir die schädlichen Theile der organischen Materie in der Luft erst sehr unvollkommen und wissen insbesondere noch nicht, ob dieselbe ausser den etwa in ihr vorhandenen pathogenen Mikroorganismen auf den menschlichen Körper krankmachend wirken kann. Aber wir dürfen mit einer sehr grossen Wahrscheinlichkeit annehmen, dass in der Luft der Binnenräume, namentlich der ungenügend gelüfteten, ausser dem Plus an Kohlensäure und ausser den Mikroorganismen noch andere Bestandtheile von unter Umständen schädlichem Einflusse vorkommen können. Vielleicht sind es flüchtige Fettsäuren bestimmter Art, vielleicht flüchtige Ptomaïne, auf welche wir jene Störung des Allgemeinbefindens zurückführen müssen, die eintritt, wenn wir in verdorbener Luft längere Zeit uns aufhalten.

Unter den Krankheiten, welche in Souterrains entschieden häufig vorkommen, sind die Scrophulose, die Diphtheritis und der Rheumatismus zu nennen. Die Statistik ist allerdings hinsichtlich des Vorkommens dieser Leiden in den verschiedenen Klassen von Wohnungen noch recht mangelhaft. Aber es dürfte doch kaum ein Zweifel darüber bestehen, dass die genannten Krankheiten in Souterrains relativ häufig sind. Als ich vor einigen Jahren Nachforschungen nach der gesundheitlichen Lage der zu Rostock in fremder Pflege untergebrachten Kinder anstellte, fand ich unter 98 derselben 19 rhachitische und 12 scrophulöse. Von letzteren waren vier in Kellerwohnungen und fünf in Hofwohnungen untergebracht. Nun fand ich überhaupt nur

vier von Haltekindern bewohnte Kellerwohnungen, während 41 Hofwohnungen und 49 nach der Strasse gelegene Räume besichtigt wurden. Es wäre doch ein sehr eigenthümliches Zusammentreffen, wenn alle in Kellerwohnungen untergebrachten Pfleglinge an Scrophulose litten, und keine ursächliche Beziehung jener Wohnungen zur Entstehung der Krankheit obwalten sollte. Wenn aber die Kellerwohnungen eine ätiologische Bedeutung hinsichtlich der Scrophulose haben, so kann dies durch alle vorhin genannten Eigenschaften der Kellerluft, ihre relativ niedrige Temperatur, ihre Feuchtigkeit, ihren hohen Gehalt an Kohlensäure und organischer Substanz, vielleicht auch durch ungenügende Zufuhr von Sonnenlicht bedingt sein. Beruht das fragliche Leiden auf einer Invasion des Tuberkelbacillus, was ich freilich noch nicht als erwiesen ansehe, so würde man annehmen müssen, dass der Aufenthalt in solcher Luft eine Disposition zur Einnistung und Wucherung jenes Bacillus erzeuge.

Was die Diphtheritis anbelangt, so hat Körösi [1]) jüngst die Behauptung aufgestellt, dass sie durch den Aufenthalt in Kellerwohnungen nicht gefördert werde. Doch ist seine statistische Methode nicht fehlerfrei und ja auch bereits bekämpft worden. Dass die genannte Krankheit in Souterrains ungemein häufig ist, haben fast alle anderen Autoren, welche Nachforschungen darüber anstellten, nachweisen können. So constatirte noch jüngsthin Kayser [2]), dass in Berlin die Diphtheritis entschieden häufiger in Keller- und Hofwohnungen vorkommt, als in Vorderwohnungen über der Erde. Ebenso fand ich selbst [3]), dass von 209 Diphtheritis-Erkrankungsfällen, über welche ich genaue Notizen sammeln konnte, 31 in Souterrains und 20 in Hofwohnungen eintraten. Es ist wohl anzunehmen, dass das diphtheritische Virus sich in den kühlen, feuchten Kellerräumen besser entwickelt, als in den wärmeren, trockeneren Oberräumen. Wissen wir doch, dass die fragliche Krankheit im Winter und im Frühlinge, namentlich

1) Körösi, Ueber den Einfluss der Wohlhabenheit und der Wohnverhältnisse auf Sterblichkeit etc. Stuttgart 1885.

2) Kayser, Eulenberg's Vierteljahrsschrift Bd. 42 S. 352.

3) Uffelmann, Handbuch der Hygiene des Kindes 1881 S. 134.

bei nasskalter Witterung häufiger ausbricht und eher epidemisch wird, als im Sommer und bei trockener Witterung. Vielleicht schafft auch der Aufenthalt in der Kellerluft durch Erzeugung einer entzündlichen Affection der Mandel- und Rachengegend eine Disposition zur Aufnahme des diphtheritischen Virus.

Ueber die Frequenz des Rheumatismus — sowohl der acuten Rheumarthritis als der wechselnden Formen des chronischen Rheumatismus — in Kellerwohnungen kann ich statistische Belege nicht beibringen. Ich weiss jedoch aus meiner früheren Praxis, dass ich dies Leiden ungewöhnlich oft in Neubauten, feuchten Häusern und in Souterrains angetroffen habe, und schliesse hieraus, dass die Feuchtigkeit der Kellerluft auch in Bezug auf den Rheumatismus eine ätiologische Rolle spielt.

Die Luft in einer Schlafkammer.

Die Schlafkammer, deren Luft untersucht wurde, liegt in dem Erdgeschoss eines Vorstadthauses nach Norden und misst 4 m der Länge, 3,5 m der Breite und 4,25 m der Höhe nach, hat demnach fast 60 cbm Luftraum. Sie wird am Tage sehr fleissig gelüftet und zwar durch Oeffnen zweier Fenster. Während der ersten Untersuchung, im Juli 1887, schlief in diesem Raume nur ein Erwachsener, ich selbst, während der späteren Untersuchungen auch meine Frau und unser zehnjähriger Sohn.

Ich fand nun Folgendes:

Am 27. Juli 1887 abends 9¾ Uhr hatte die Luft des Zimmers, dessen Fenster 15 Minuten zuvor geschlossen worden waren, einen Kohlensäuregehalt von 4,21 ‰o. Der Verbrauch an Kalipermanganatlösung war 1,12 ccm : 10 l.

Am 28. morgens 7¼ Uhr hatte die Luft desselben Zimmers, in welchem ich geschlafen und welches bis nach vollendeter Entnahme der Luft nicht geöffnet worden war, einen Kohlensäuregehalt von 7,23 ‰o und so viel organischer Substanz, dass der Verbrauch an Kalipermanganatlösung 1,80 ccm auf 10 l betrug. Als ich das Zimmer verliess und eine Minute später zurückkehrte, konnte ich einen unangenehmen Geruch schwach wahrnehmen.

Am 23. October abends 9 Uhr hatte die Luft des Zimmers, dessen Fenster um 8 Uhr geschlossen worden waren, einen Kohlensäuregehalt von 4,17 ‰o und so viel organische Substanz, dass der Verbrauch an Kalipermanganatlösung 1,20 ccm auf 10 l betrug. Am anderen Morgen 8 ¼ Uhr hatte die Luft desselben Zimmers, in welchem bis dahin die vorbezeichneten drei Personen sich aufhielten und welches bis dahin nicht geöffnet worden war, einen Kohlensäuregehalt von 11,22 ‰o, und so viel organische Substanz, dass an Kalipermanganatlösung 2,85 ccm : 10 l verbraucht wurden. Der Geruch der Luft war deutlich unangenehm.

Endlich untersuchte ich die Luft des Schlafzimmers noch am 5. und 6. Januar 1888.

Am Abend des 5. Januar (9 Uhr), nachdem zwei Stunden zuvor die Fenster geschlossen worden waren, betrug

der Kohlensäuregehalt . . . . 4,35 ‰o
der Verbrauch an Kalipermanganatlösung . . . 1,27 ‰o

dagegen am Morgen des 6. Januar, nachdem bis dahin jene drei Personen in dem Zimmer geschlafen hatten,

der Kohlensäuregehalt . . . . 10,96 ‰o,
der Verbrauch an Kalipermanganatlösung . . 2,78 ccm.

Der Geruch der Luft war deutlich unangenehm.

Der Uebersichtlichkeit wegen stelle ich diese Ergebnisse in einer Tabelle zusammen:

			Kalipermanganat-lösung	auf 1 Million Vol.-Theile
I.	a)	4,21 ‰o CO_2 . .	1,12 ccm	= 7,84 Vol.Theile
	b)	7,23 . .	1,80	12,60 „
II.	a)	4,17 . .	1,20	8,40 „
	b)	11,22 . .	2,85	19,95 „.
III.	a)	4,35 . .	1,27	8,89 „
	b)	10,96 . .	2,78	19,46 „

Der Gehalt der Luft des Schlafzimmers an Kohlensäure und oxydabler, organischer Materie gleich nach stattgehabter starker Lüftung war demnach ein ungemein constanter. Dabei übertraf der Kohlensäuregehalt des betreffenden

Raumes denjenigen der Luft im Freien — das Haus liegt an der äussersten Grenze der Stadt — nur um etwa 1 ‰oo, der Gehalt an organischer Materie den mittleren Gehalt der freien Luft an letzterer dagegen um mehr als das Dreifache.

Durch den etwa zehnstündigen Aufenthalt zweier Erwachsenen und eines 10jährigen Kindes stieg der Kohlensäuregehalt um das 2½fache, der Gehalt an organischer Substanz fast um den gleichen Werth. Hier treffen wir also eine Harmonie des Ansteigens beider Verunreinigungen der Luft, während wir dieselbe bei der Untersuchung der Aussenluft und der Kellerluft vermissten.

Die Luft in einem Auditorium.

Während des Wintersemesters 1887/88 ist die Luft in dem Auditorium des bisherigen hygienischen Institutes zu wiederholten Malen auf Kohlensäure und organische Substanz geprüft worden. Dies Auditorium hat einen Luftraum von nur 240 cbm, vier grosse und hohe Fenster, zwei fein durchbrochene Lüftungsscheiben, die während der Vorlesungen offen standen und einen Abzugskanal für verbrauchte Luft. Besetzt war es an den Versuchstagen mit 10, bzw. 22 Studierenden. Die Vorlesungsstunden fielen auf den Nachmittag. Ich fand nun an fünf Vormittagen, während ich ganz allein anwesend war, in demselben Auditorium

			Kalipermanganatlösung
1.	5,00 ‰oo CO_2	und verbrauchte auf 10 l Luft =	1,48 ccm
2.	4,98	do.	1,39
3.	5,21	do.	1,60
4.	5,24	do.	1,55
5.	5,03	do.	1,44

Nach einer einstündigen Vorlesung, an welcher zehn Studierende theilgenommen hatten, fand ich

			Kalipermanganatlösung
1.	12,48 ‰oo CO_2	und verbrauchte auf 10 l Luft =	2,90 ccm
2.	13,00	do.	3,21

Nach Ablauf von zwei Vorlesungen, an deren erster 22, deren zweiter zehn Studierende theilgenommen hatten, zwischen

denen aber die Thür und ein Fenster eine Viertelstunde geöffnet gewesen war, fand ich

		Kalipermanganatlösung
1. 23,12 ‰₀ CO_2	und verbrauchte auf 10 l Luft =	6,10 ccm
2. 21,28	do.	6,00 „

Auch hier zeigte sich also eine Harmonie des Ansteigens von Kohlensäure und organischer Materie, obschon nicht so auffallend, wie bei der Prüfung der Schlafzimmerluft. In letzterer kam = 1 ‰₀ CO_2 auf ca. 1,86 bis 2,00 Vol.-Theile Sauerstoffverbrauch pro 1 Million Vol.-Theile, ferner in der Luft des nicht besetzten Auditoriums = 1 ‰₀ CO_2 auf ca. 2 Vol.-Theile Sauerstoffverbrauch pro 1 Million Vol.-Theile und in der Luft des besetzt gewesenen Auditoriums = 1 ‰₀ CO_2 auf ca. 1,73 Vol.-Theile Sauerstoffverbrauch pro 1 Million Vol.-Theile.

Es stieg danach in dem besetzten Auditorium der Kohlensäuregehalt der Luft relativ etwas mehr, als der Gehalt an organischer Materie, eine Thatsache, welche bereits in der Schlafzimmerluft, wenn schon weniger scharf, zur Beobachtung gelangte. Denn dort hob sich, wie gesagt, der Kohlensäuregehalt um das $2^1/_2$ fache, der Gehalt an organischer Materie nicht ganz um ebensoviel. Im allgemeinen scheint aber in bewohnten Räumen der über dem Souterrain gelegenen Stockwerke eine fast gleichmässige Steigerung des Gehaltes an Kohlensäure und an oxydabler organischer Substanz stattzufinden.

Als generellen Maassstab für die Stärke der Verunreinigung von Luft möchte ich nach allem Vorgetragenen den Gehalt der letzteren an Kohlensäure nicht mehr betrachten. Viel richtiger erscheint es, als Index für die Verunreinigung die Menge der oxydablen organischen Materie, bzw. die Menge des zu ihrer Oxydation erforderlichen Sauerstoffs anzusehen. Ich würde vorschlagen, eine Luft als nicht mehr rein zu erklären, wenn auf 1 Million Volumtheile derselben mehr als 12 Volumtheile Sauerstoff zur Oxydation erforderlich sind. Das ist ein Verhältnis, bei welchem der normale Geruchssinn eben die Anwesenheit unangenehmer Riechstoffe in der Luft wahrzunehmen vermag. Nur für die Kanalluft möchte ich diese Norm nicht als gültig betrachten.

Die Luft in Hauskanälen.

Angesichts der Thatsache, dass die Frage, ob die Kanalluft gesundheitsschädlich wirken kann, noch keineswegs befriedigend gelöst ist, schien es mir am Platze, eine solche Luft auf ihren Gehalt an Kohlensäure, an Ammoniak, an Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium, an organischer Substanz und an Keimen zu untersuchen. Ich habe dies ausgeführt vom October 1886 bis zum Schlusse des Jahres 1887, indem ich allmonatlich eine Prüfung vornahm. Entnommen wurde die Luft nicht einem der grossen Sammelkanäle unserer Stadt, sondern absichtlich einem Hauskanale, welcher notorisch oftmals in wahrnehmbarer Weise Luft an das Innere des betreffenden Hauses abgab. Die Vorkehrungen, um die Versuche auszuführen, waren sehr einfache. Das Haus hat nämlich, wie sehr viele andere zu Rostock, in seinem Souterrain eine kleine, verschliessbare Kumme, in welche der Hauskanal einmündet und aus welcher an der entgegengesetzten Wand der Kanal hervorgeht, welcher vom Hause nach dem Strassensiele führt. In dieser Kumme stand das Schmutzwasser verschieden hoch, doch allemal so, dass wenigstens ein Theil des Umfanges der Hauskanaleinmündung freilag, die tiefer gelegene Oeffnung des zum Strassensiel führenden Kanales aber niemals sichtbar wurde. Zum Verschlusse der oberen Oeffnung diente eine vortrefflich passende, mit Oelanstrich versehene Platte, in der eine runde, durch Gummikork verschliessbare, kleine Oeffnung angebracht war. Aus letzterer wurde Luft entnommen, nachdem die Platte wenigstens zwölf Stunden völlig unberührt geblieben war. Es geschah die Entnahme nach Einsetzung eines durchbohrten Gummikorkes unter Anwendung einer Aspirator-Flasche von 4 l Gehalt und eines Glasrohres, welches 5 bis 10 cm tief in die Luft der Kumme hinabragte. Auf diese Weise war ich sicher, nahezu ausschliesslich Kanalluft zu bekommen und zwar aus der Kumme und dem angrenzenden Theile des Hauskanales, dessen oberer Umfang ja stets frei in jene Kumme hineinragte. Um die Luft auf die Arten der Keime zu prüfen, führte ich kleine mit erstarrter

steriler Gelatine beschickte Glasschälchen in die Kumme ein, an deren einer Wand ich eine kleine Vorrichtung zum Aufstellen angebracht hatte. Diese Schälchen blieben eine halbe Stunde in der Cloakenluft und wurden dann sofort in eine feuchte Glaskammer eingelegt. Zur Entnahme von Luft, welche auf die Anzahl der Keime untersucht werden sollte, waren andere Maassnahmen nöthig. Ich nahm ein mit zerkleinerter Glaswolle in 2,5 cm tiefer Schicht gefülltes Glasrohr, schob es durch einen Gummikork, schloss es vorn mit Watte, versah es hinten mit einem Gummischlauch, der an seinem anderen Ende mit Watte geschlossen war, sterilisirte diese Theile lange in strömendem Wasserdampf und führte unmittelbar vor dem Beginne des Versuchs nach Entfernung der Watteverschlüsse das Glasrohr mit dem Kork in die Oeffnung der Platte, während ich den Schlauch mit einem Aspirator in Verbindung brachte. Zu den Bestimmungen der Kohlensäure adspirirte ich 4 l, zu den Bestimmungen des Ammoniaks, der organischen Substanz und der Keime je 10 l.

Die Ergebnisse waren folgende:

1. bezüglich des Kohlensäuregehaltes. Dieser betrug am

15. October	1886	=	9,68 ‰
16. November	„	=	9,10
15. December	„	=	6,82
15. Januar	1887	=	6,33
15. Februar	„	=	7,15
16. März	„	=	9,60
15. April	„	=	10,35
16. Mai	„	=	12,96
15. Juni	„	=	17,10
15. Juli	„	=	19,88
14. August	„	=	18,17
15. October	„	=	10,62 [1])
15. November	„	=	9,77
15. December	„	=	7,08

1) Im September 1887 war ich verreist.

Es schwankte also der Kohlensäuregehalt innerhalb verhältnismässig nicht sehr weiter Grenzen, von 6,33 bis 19,88 ‰. Fischer[1]) ermittelte als Minimum 9 ‰, als Maximum 35,3 ‰; Carnelley und Haldane[2]) fanden in den Kanälen unter dem Parlamentsgebäude zu London nur 4,2 bis 8,9 Theile auf 10000 Theile, in den Dundee-Sewers ebendort dagegen 6,7 bis 39 auf 10000 Theile und J. Arnould[3]) notirte den Kohlensäuregehalt der Kanalluft zu Paddington mit 5,1 ‰, zu London mit 5,2 ‰, zu München mit 3,1 ‰. Es geht aus diesen Ziffern hervor, dass erhebliche Differenzen vorkommen; dieselben dürften wesentlich auf die Verschiedenheit der Zusammensetzung des Schmutzwassers, der Lüftung des Sielnetzes und der Temperatur zurückzuführen sein, bei welcher die Versuche unternommen wurden. Dass speciell dieser letztbezeichnete Factor von grösstem Einflusse ist, zeigen meine Ziffern aufs deutlichste. In den kalten Monaten war der Kohlensäuregehalt am niedrigsten, in den heissen am höchsten. Das Minimum fiel auf den Januar, das Maximum auf den Juli, während das Mittel etwa auf den April und den October kam.

2. Bezüglich des Ammoniakgehaltes. Dieser war am

15. October 1886	. . .	Spuren
15. Januar 1887	. . .	Spuren
16. März „	. . .	0,10 mg in 10 l
16. Mai „	. . .	0,35 do.
15. Juni „	. . .	0,60 do.
15. Juli „	. . .	0,55 do.
14. August „	. . .	0,15 do.
15. October „	. . .	0,20 do.
	Durchschnitt:	0,25 mg in 10 l

Der Ammoniakgehalt schwankte hiernach nicht unbedeutend. Auch er war am niedrigsten in den kühleren, am

1) Fischer, Dingler's polyt. Journal 1883 S. 501.

2) Carnelley and Haldane, Proc. of the roy. soc. of London. Vol. 42 S. 501.

3) J. Arnould, Egouts, im Diction. encyclop. des sciences médic.

höchsten in den warmen Monaten. Aber er zeigte doch keine solche besimmte Abhängigkeit von der Temperatur, wie der Kohlensäuregehalt. Denn das Maximum fiel auf den Juni, und der Monat August wies kaum einen höheren Ammoniakgehalt, als der März, einen wesentlich niedrigeren, als der Monat Mai auf. Im allgemeinen aber entsprach er etwa den auch von Anderen angegebenen Werthen.

3. Bezüglich des Schwefelwasserstoff- und Schwefelammoniumgehaltes.

Zu keiner Zeit liess sich Schwefelwasserstoff oder Schwefelammonium auch nur spurenweise in der Luft der Kumme nachweisen. Es hängt dies wohl damit zusammen, dass Fäcalien in die Kanäle nicht eingeleitet werden dürfen und speciell in dem betreffenden Hause mit Bestimmtheit nicht eingeleitet wurden.

4. Bezüglich des Gehaltes an organischer Substanz

Es wurden verbraucht an Kalipermanganatlösung (0,395 : 1000) auf 10 l der Kanalluft am

Datum		
15. October	1886	1,10 ccm
15. Januar	1887	1,30
15. Februar	„	0,95
16. März	„	1,60
15. April	„	1,45
16. Mai	„	1,32
15. Juni	„	1,25
15. Juli	„	1,50
14. August	„	1,60
15. October	„	1,10
15. November	„	1,25
15. December	„	1,18
	im Mittel	1,24 ccm.

Die Schwankungen in dem Gehalte der Kanalluft an oxydabler organischer Substanz waren nach diesen Ziffern gar nicht sehr beträchtlich, der Gehalt selbst ebenfalls kein besonders hoher. Berechnet man die Menge des zur Oxydation verbrauchten Sauerstoffs, so erhält man

als Minimum . . 6,65 Vol.-Theile O auf 1 Million Vol.-Theile und
als Maximum . . 11,20 do.
als Mittel . . . 8,68 do.

Dieser relativ nicht sehr hohe Gehalt an oxydabler organischer Substanz hängt jedenfalls damit zusammen, dass die Kanalluft Staubtheilchen nur in unbedeutender Menge enthält.

Eine Abhängigkeit der Menge von der Temperatur liess sich nicht erkennen. Auch fehlte eine Congruenz mit der Menge der Kohlensäure.

So weit mir bekannt geworden ist, haben vor mir nur Carnelley und Haldane[1]) Untersuchungen über den Gehalt der Kanalluft an organischer Materie angestellt. Sie fanden, dass auf 1 Million Vol.-Theile dieser Luft verbraucht wurden

	Vol.-Theile O
in den Sielen unter dem Parlamentsgebäude zu London	2,5 bis 9,5
in den Dundee-Sewers zu London	3,2 „ 12,7

Die niedrigsten Werthe erhielten sie in den Parlamentssielen gleich nach Einführung einer besseren Ventilation dieser Siele. Dass sie überhaupt geringere Ziffern als ich bekamen, dürfte sich erstens aus dem Umstande, dass die Londoner Siele viel besser als die unsrigen ventilirt sind, zweitens daraus erklären, dass die von jenen Autoren angewandte Methode (siehe oben bei Carnelley) zweifellos nicht alle oxydable Materie zur Oxydation bringt, weil die Bestimmung der verbrauchten Menge Kalipermanganat zu rasch erfolgt.

5. Bezüglich des Gehaltes an Keimen.

In 10 l der Kanalluft fand ich am

15. December	1886	=	1 Keim
16. März	1887	=	4 Keime
15. April	„	=	5 „
16. Mai	„	=	0 „
15. Juni	„	=	1 „
15. Juli	„	=	8 „

1) Carnelley and Haldane in Proc. of the royal society of London. Vol. 42 p. 501 ff.

14. August	1887	=	4 Keime
15. October	„	=	1 „
15. December	„	=	2 „
	im Mittel	=	3 Keime.

Der Gehalt an Keimen wechselte also recht erheblich, von 0 zu 8 in 10 l, war aber im allgemeinen keineswegs hoch, wenn man ihn vergleicht mit dem Gehalte der Aussenluft und der Binnenluft an Keimen. Mein Ergebnis stimmt wiederum nicht zu demjenigen Carnelley's und Haldane's, welche in

	Keime auf 1 l
den Sielen unter dem Parlamentsgebäude zu London	= 1 bis 13
nach besserer Ventilation	= 4 „ 38
Dundee-Sewers zu London	= 2 „ 5

fanden und im Mittel auf 1 l Kanalluft 7 Keime, also vierundzwanzigmal mehr wie ich zählten. Möglicherweise hängt der grössere Gehalt der Londoner Siele ebenfalls damit zusammen, dass sie besser ventilirt sind; denn durch den stärkeren Luftwechsel findet eine ausgiebigere Trocknung der befeuchtet gewesenen Wände und eine leichtere Losreissung von Mikroben statt. Vielleicht ist aber auch der an sich grössere Gehalt der Londoner Stadtluft an Keimen von Einfluss gewesen. Denn die Autoren versichern, dass der erheblichere Theil der Kanalluft-Mikroben denjenigen glich, welche in der Londoner Stadtluft sich finden.

Was die Arten der Mikroorganismen betrifft, welche ich in der Hauskanalluft constatirte, so waren sie sehr verschieden. Das eine Mal prävalirten Schimmelpilze, das andere Mal Spaltpilze, und unter letzteren bald die verflüssigenden, bald die nicht-verflüssigenden; nur Hefenpilze habe ich allemal in sehr sparsamer Zahl vorgefunden.

Von den Schimmelpilzen beobachtete ich sowohl Mucorineen als Aspergillen, namentlich Mucor mucedo und rhizopodiformis, Aspergillus glaucus, fumigatus und flavescens, von den Spaltpilzen fast constant den Bacillus subtilis, Proteus vulgaris, den Micrococcus candicans, sowie den Bacillus butyricus, weniger constant Bacillus megaterium, den grüngelben Bacillus liquefaciens,

den Bacillus fluorescens. Mehrere Male fand ich einen Cocco-bacillus, der noch nicht beschrieben wurde, der auf Gelatine kleine, weisse, allmählich schwachgelblich werdende, oberflächliche Plaques erzeugte, sehr langsam wuchs, nicht verflüssigte, bei Stichculturen längs des Stiches nur sehr wenig, mehr an der Oberfläche sich entwickelte und lediglich hier eine wachsgelbe Farbe annahm. Ferner fand ich einen dem Eberth'schen Bacillus morphologisch täuschend ähnlichen Pilz, welcher auf der Oberfläche der Gelatine rundliche, weisslichgraue, reifähnliche Plaques erzeugte, hier nur mässig schnell wucherte, in Stichculturen längs des Stiches derartig wuchs, dass der Rand gezähnelt erschien, und nach Ablauf des vierten Tages an der Oberfläche Verflüssigung hervortrat, der also schon hierdurch sich als von dem Eberth'schen Bacillus verschieden erwies. Ich fand auch noch einen Bacillus, welcher etwa dreimal so lang, als breit, auf Gelatine kleine, weisse, rundliche, äusserst langsam wachsende Colonien erzeugte, in Stichculturen sich dem Friedländer'schen Pneumoniebacillus ähnlich entwickelte, aber auf der Oberfläche des Stiches keine nagelförmige Ausbreitung zeigte.

Von pathogenen Mikroorganismen habe ich nur zweimal, nämlich am 14. August und am 15. October 1887 den Staphylococcus pyogenes aureus constatirt. Die Coccen waren völlig rundlich und entwickelten in Gelatine kleine, rundliche Colonien, die sehr bald verflüssigten und in der Mitte orangegelbe Farbe annahmen. Uebertrug ich sie auf schräg erstarrter Agar-Agar, so entwickelte sich längs des Impfstriches eine glänzende, stark orangegelbe Pilzausbreitung. Weitere pathogene Mikroorganismen sind mir bei den zahlreichen Untersuchungen nicht vorgekommen.

Nach Mittheilung dieses Ergebnisses meiner Studien über die Kanalluft gestatte ich mir, in Kürze auf eine Besprechung der Frage einzugehen, ob die Einathmung solcher Luft gesundheitsschädlich sein und insbesondere, ob sie Infectionskrankheiten erzeugen kann. Bekanntlich sind fast alle englischen und die meisten nordamerikanischen Aerzte und Hygieniker der bestimmten Ansicht, dass das »sewer gas« infectiöse Krankheiten, wie Typhus abdominalis, Enteritis acuta

und Diphtheritis, selbst Scharlach hervorzurufen im Stande sei. Doch muss man zugestehen, dass von ihnen schlagende Argumente für ihre Auffassung nicht vorgebracht sind. Selbst Buchanan's viel citirter Bericht über die Typhusepidemie zu Croydon 1875, welche durch das Ausströmen von »sewer gas« in die Häuser entstanden sein sollte, enthält keinerlei Beweise dafür. Auch der jüngst publicirte Vortrag J. M. Wilsons über eine Epidemie von Diarrhöe, die in der Stadt Selby während des April 1886 ausbrach und die er auf eben jene Luft zurückführte, bringt viele interessante Data, aber keine thatsächlichen Beweise.

Eine andere Sache ist freilich die, ob man ein Recht hat, diese zahlreichen Beobachtungen tüchtiger Aerzte über eine vermeintliche Infectiosität des »sewer gas« deshalb zu ignoriren, weil keine wirklichen Beweise für dieselbe vorgebracht werden konnten. Ich glaube, wir haben sogar die dringende Verpflichtung, solche Beobachtungen zu sammeln, zu sichten und zu prüfen. Als früher die ersten Mittheilungen englischer Aerzte über die Uebertragung des Typhusvirus durch Milch zu uns gelangten, wurden sie auch ignorirt, weil sie nichts Beweisendes enthielten. Es hat sich aber herausgestellt, dass eine derartige Uebertragung nicht bloss möglich ist, sondern thatsächlich oft stattgehabt hat.

Im übrigen habe ich selbst Beobachtungen gemacht, welche die Angaben der englischen Aerzte zu stützen geeignet sind. Vor ca. drei Jahren erkrankte in einem neuen, anscheinend völlig salubren, geräumigen, der Sonne von allen Seiten ausgesetzten Hause der Steinthorvorstadt zu Rostock die Frau des Professor Kr. unter Symptomen, welche vollkommen denjenigen der Malaria glichen, mit Milzanschwellung verbunden waren, auf reichliche Mengen Chinin nachliessen, aber stets aufs neue sich wieder einstellten. Die betreffende Dame hatte früher niemals an Malaria gelitten; in Rostock selbst kommt diese Krankheit sonst nicht vor; die Gegend, in der das bezeichnete Haus liegt, ist sehr gesund, — ich selbst wohne in unmittelbarer Nähe seit elf Jahren und kann deshalb ein solches Urtheil wohl abgeben —, und endlich war die Jahreszeit (Frühling) eine der Malaria-Entwickelung vom Boden her sehr ungünstige. Da nun jene Dame die Krankheit gleich nach

dem Einzug in das Haus bekommen hatte, so lag der Verdacht sehr nahe, dass die Beschaffenheit des letzteren mit dem Auftreten des Leidens in ursächlichem Zusammenhang stand. Nun war dasselbe zwar neu, aber absolut trocken. Das Einzige, was sich bei der Untersuchung herausstellte, und worüber auch die betreffende Familie stets klagte, war ein starker Geruch nach Kanalluft. Dieselbe drang infolge mangelhafter Anlage der Hausleitung namentlich aus der oberen Oeffnung des in dem ersten Stockwerk gelegenen Rohres oftmals so penetrant hervor, dass man es in der Nähe nicht aushalten konnte. Eine erste Abänderung brachte keinen wesentlichen Nutzen, und erst später gelang es, den Uebelstand zu beseitigen. Damit schwand aber auch das bis dahin, wie gesagt, sehr hartnäckige Leiden der Frau.

Gleichzeitig erkrankten in der unmittelbaren Nachbarschaft dieses Hauses noch andere Personen unter den gleichen Symptomen. Doch kann ich dies nur referiren, da ich keine Gelegenheit hatte, die betreffenden Patienten und deren Wohnungen zu sehen. Es sei nur bemerkt, dass die Kanäle in letzteren demselben Strassensiel angeschlossen und die Häuser, so viel ich weiss, auch von dem nämlichen Baumeister erbaut waren.

Ich kenne ferner ein Haus in hiesiger Stadt, welches längere Zeit von Diphtheritis schwer heimgesucht wurde. Zuerst erkrankte in demselben ein Säugling dreimal hintereinander an den schwersten Formen jenes Leidens, fast gleichzeitig die Mutter desselben, während der Vater, damals Hauptmann im hiesigen 90. Infanterieregimente, mehrfach von einfacher Angina befallen wurde. Als diese Krankheiten sich immer wiederholten, auch bei einem anderen Kinde diphtheritische Angina auftrat und inzwischen die wahrscheinliche Ursache der Hausepidemie erkannt war, so verliess die Mutter mit den Kindern auf mehrere Monate die Wohnung. Während der ganzen Zeit blieben sie völlig gesund. Als die Familie dann ein anderes Haus miethete, und in ihre bisherige Wohnung nach einem Intervall von, irre ich nicht, sechs Monaten der Professor Dr. Kr. einzog, erkrankte auch er sehr bald an einer ungemein heftigen Diphtheritis gangraenosa. Derselbe hat weder vorher, noch nachher an irgend einer Form dieser Krankheit

gelitten. Bemerkenswerth ist nur, dass er in dem nämlichen Zimmer schlief, in welchem auch die Frau des Hauptmanns mit dem Säugling geschlafen hatte. Dieses Zimmer zeigte in der einen Wand einen von oben nach unten verlaufenden Schmutzstreifen von fast 1 Fuss Breite. Derselbe rührte davon her, dass längere Zeit aus den Eimern des eine Etage höher gelegenen Abortes jauchige Massen in erheblicher Menge herausgelaufen und nach abwärts in die aus getrockneten Lehmsteinen hergestellte Wand gesickert waren. In der Nähe der missfarbigen Stelle liess sich deutlich ein übler Geruch wahrnehmen. Ich habe nun die Vermuthung, dass das Auftreten der Diphtheritis mit diesem Uebelstande in ursächlichem Zusammenhange stand, weil sie so vorzugsweise bei den Insassen des einen Zimmers sich kundgab, weil der immer aufs neue befallene Säugling und die Mutter gerade an der Stelle schliefen, wo der Schmutzstreifen sich befand, und weil ein anderer Grund schlechterdings nicht auffindbar war, namentlich nach allen Erkundigungen das Zimmer nicht als von einer früheren Diphtheritis her inficirt angesehen werden konnte. Nun lag hier zwar keine Einathmung von eigentlichem Kanalgas vor; aber es gingen von dem Schmutzstreifen doch putride Emanationen aus, welche zweifellos jenem Gase sehr ähnlich waren, und deshalb hielt ich es für angebracht, den Fall hier zu erwähnen.

Jedermann wird zugeben, dass Beobachtungen solcher Art wenigstens den Verdacht erregen können, das Auftreten der fraglichen Krankheiten sei in irgend einer Weise von der Einathmung putrider Gase abhängig gewesen. Es ist ohnehin nicht mehr zu bezweifeln, dass die Fäulnis eine Hilfsursache für Infectionskrankheiten ist. Hueppe[1]) hat dies auf der letzten Versammlung deutscher Naturforscher sehr eingehend besprochen und zu beweisen gesucht. Er hob dabei mit Recht hervor, dass die Fäulnis schwächend wirkt, und dass der geschwächte Körper, bzw. das geschwächte Gewebe der Infection mit specifischen Krankheitserregern einen geringeren Widerstand entgegensetzt.

1) Hueppe, Ueber die Beziehungen der Fäulnis zu den Infectionskrankheiten. Vortrag.

Mag das schwächende Agens, das organische Toxin, »von den Lungen als Fäulnis-, Cloaken-, Gefängnis- oder Wohnungsgas oder in Lösung vom Darm oder von Wunden aus zur Wirkung kommen«, allemal schafft es eine grössere Disposition für die eigentliche Infection mit einem specifischen Virus. Ich stimme mit diesen Ausführungen Hueppe's vollkommen überein und halte es dem entsprechend für recht wohl möglich, dass die Einathmung von Kanalgas, wenn sie eine anhaltende ist und das Kanalgas concentrirt zur Wirkung gelangt, die Entstehung einer Infectionskrankheit befördert.

Vielleicht ist es aber auch gar nicht einmal unmöglich, dass mit dem Kanalgase den Menschen geradezu infectiöse Keime zugeführt werden. Zwar unterliegt es keinem Zweifel, dass Feuchtigkeit dieselben fixirt, dass erst nach dem Austrocknen von Flüssigkeit sich die Möglichkeit eines Uebertrittes von Keimen in die Luft eröffnet. In den grossen wie in den kleinen Kanälen hat nun aber bekanntlich die Flüssigkeit kein stets gleiches Niveau. Das letztere wechselt vielmehr oft erheblich. Bei starken Regengüssen ist z. B. das ganze Lumen erfüllt, und hinterher sinkt das Flüssigkeitsniveau wieder, um in manchen Kanälen sich nur wenig über der Sohle zu halten. In den senkrecht oder fast senkrecht verlaufenden Theilen der Hausrohre finden wir selbstverständlich in der Regel keine nennenswerthen Mengen von Flüssigkeit, während sie doch ab und zu zweifellos ganz mit derselben erfüllt sind. Es liegt nun auf der Hand, dass in allen diesen Kanälen die Möglichkeit einer zeitweisen Trocknung gewisser Partien besteht, und dass bei stärkeren Luftströmungen eine Losreissung ungetrockneter Theilchen stattfinden kann. So erklärt es sich, weshalb in der aus Kanälen adspirirten Luft mitunter ziemlich viele Keime, mitunter aber auch keine gefunden werden, weshalb unter den Keimen auch solche sich zeigen, welche in der Aussenluft nicht beobachtet werden, und weshalb Carnelley und Haldane in der Luft der Siele unter dem Parlamentsgebäude zu London nach besserer Ventilation desselben dreimal mehr Keime constatirten, als vorher. (Siehe oben die betreffenden Ziffern.) Wenn aber überhaupt Keime der

Kanalluft sich beimengen, so können dies auch pathogene sein. Wir wissen ja, dass die letzteren keineswegs alle nothwendig bei Fäulnis zu Grunde gehen. Ueberdies ist es mir thatsächlich gelungen, wenn auch nicht gerade Eberth'sche Bacillen oder Löffler'sche Diphtheritisbacillen, so doch den pathogenen Staphylococcus in der Kanalluft aufzufinden.

Zum Schlusse fasse ich die Hauptergebnisse dieser Untersuchungen in folgenden Sätzen zusammen:

1. Der Kohlensäuregehalt der Luft des freien Feldes beträgt bei Rostock im Durchschnitt 3,18 ‰o. Er ist höher bei herrschenden Landwinden und höher bei Nebel.
2. Der Gehalt der Luft des freien Feldes an organischer Substanz entspricht einem durchschnittlichen Verbrauche von 2,71 Volumtheilen O auf 1 Million Volumtheile Luft, schwankt aber sehr bedeutend und ist stets wesentlich verringert nach anhaltendem Regen.
3. Der Gehalt der Ostseeküstenluft bei Warnemünde an organischer Substanz ist im Durchschnitt um das Dreifache geringer, als derjenige der Luft des freien Feldes etwa 12 km von der Küste entfernt.
4. Der Gehalt der Luft des von drei Seiten umschlossenen Universitätshofes zu Rostock an Kohlensäure und an organischer Substanz ist grösser, als derjenige der Luft des freien Feldes, an ersterer durchschnittlich um $^1/_{10}$, an letzterer durchschnittlich um $^1/_3$.
5. Der Gehalt der Luft auch sehr ausgiebig gelüfteter Zimmer salubrer Häuser an Kohlensäure und organischer Substanz ist stets merklich grösser, als derjenige der Luft des freien Feldes.
6. Der Gehalt der Luft des freien Feldes bei Rostock an Keimen beträgt im Mittel 250 : 1 cbm, der des Universitätshofes im Mittel 450 : 1 cbm, der der Seeküste im Mittel 100 : 1 cbm, ist entschieden geringer nach andauerndem Regen, grösser bei Nebel, grösser bei trockenen Landwinden.

7. Die Luft von Kellerräumen, welche gegen den Untergrund nicht durch eine impermeable Schicht abgeschlossen sind, ist wesentlich feuchter, wesentlich reicher an Kohlensäure und auch reicher an oxydabler, organischer, namentlich gasförmiger Substanz, als die Luft in den Zimmern höherer Etagen.
7. Der Kohlensäuregehalt der Luft solcher Kellerräume ist in hohem Maasse abhängig von barometrischen Schwankungen, steigt mit abnehmendem, fällt mit steigendem Luftdrucke.
8. In der Kellerluft prävaliren von Mikroorganismen die Schimmelpilze.
9. Die Luft von Hauskanälen ist wesentlich reicher an Kohlensäure, aber nur etwas reicher an organischer Substanz, als die Luft gut ventilirter Binnenräume, enthält relativ nur wenige Mikroorganismen, ist aber selten ganz frei von diesen.
10. Eine Harmonie in dem Kohlensäuregehalte und dem Gehalte an organischer Substanz zeigt nur die Luft von Binnenräumen oberhalb des Souterrains.
11. Es ist am richtigsten den Gehalt der Luft an organischer Substanz als Index des Grades der Verunreinigung zu betrachten.
12. Eine Luft ist als unrein zu bezeichnen, wenn sie so viel oxydable organische Substanz enthält, dass auf 1 Million Volumtheile 12 und mehr Volumtheile Sauerstoff verbraucht werden.

Ein weiterer Aufsatz wird sich mit den Ergebnissen der Untersuchung von Luft auf »Toxine« befassen und damit die nothwendige Ergänzung zu dem vorliegenden bringen.

Bemerkungen über eine kleine Pockenepidemie in Stockholm während des Jahres 1884.

Von

Dr. R. Wawrinsky,

Gesundheits-Inspector in Stockholm.

Im Zeitraume von 1876—1883 sind in Stockholm sporadische Pockenerkrankungen jährlich vorgekommen, die aber niemals eine Epidemie herbeigeführt haben. So kamen auch in den ersten Monaten von 1884 einzelne Fälle dieser Krankheit vor, welche von der Stadt »Malmö« (in Süd-Schweden) zu wiederholten Malen eingeschleppt wurden, deren Weiterverbreitung aber jedesmal durch strenge Isolirung der Kranken und eine der Situation völlig entsprechende Desinfection der Zimmer, Utensilien u. s. w. verhindert werden konnte.

Im Monat Mai 1884 erkrankten wieder einige Kinder an den Pocken. Diese Erkrankungen hätten sich beinahe zu einer verhängnisvollen Epidemie entwickelt, weil die Eltern der Patienten den sie betroffenen Unfall geheim zu halten versuchten, so dass die Kranken sehr spät isolirt wurden und infolgedessen bald mehrere Personen inficirt waren. Bezüglich dieser Pockenfälle kommen einige interessante Momente vor, und gebe ich darum hier eine kurze Beschreibung über die glücklicherweise nur wenig umfangreiche Epidemie.

In einem kleinen Hause, Nr. 2, Lilla Skinnarviksgatan (siehe den Situationsplan Haus *A*), wohnte eine arme Familie, Vater, Mutter mit vier Kindern. Am 24. Mai erkrankte hier das älteste Kind an den Pocken. Um nicht gezwungen zu werden, den Knaben ins Lazareth zu senden, wollten die Eltern den Arzt nicht rufen, sondern liessen das Kind ohne ärztliche Pflege in

dem einzigen Zimmer, ja sogar im selben Bette wie die übrigen Kinder liegen.

Infolgedessen befiel die Krankheit auch zwei Geschwister auf einmal in den ersten Tagen vom Juni. Keines von diesen Kindern war vaccinirt. Das vierte Kind dagegen war, wie der Vater sich ausdrückte, »zufälligerweise« geimpft worden, es blieb die Zeit über ganz gesund.

Weil die Eltern der kranken Kinder den ganzen Tag vom Hause abwesend waren, hatten sie, nachdem das zweite Kind am 2. Juni erkrankt war, mit einer Nachbarin im Hause Nr. 1 derselben Strasse verabredet, dass sie die kleinen, eingeschlossenen Kinder mitunter besuchen sollte. Ich bemerke diess, weil diese Frau wahrscheinlich auf diese Weise Trägerin des Pockengiftes wurde; denn nach einer Incubationszeit von ungefähr zwölf Tagen erkrankten zwei ihrer eigenen Kinder an den Pocken, wie wir unten sehen werden.

Die Aetiologie des ersten Krankenfalles ist trotz aller Nachforschungen dunkel geblieben. Die Frage, wo das Kind inficirt worden ist, kann ich wenigstens nicht mit Bestimmtheit beantworten. Aller Wahrscheinlichkeit nach rührt die Krankheit doch aus derselben Quelle her, wie die früheren Pockenerkrankungen des Jahres. So viel ist nämlich ermittelt, dass am 13. oder 14. Mai ein Reisender aus Malmö die fragliche Familie besuchte und sein Reisegepäck, seinen Mantel u. dgl. ebendaselbst während mehrerer Stunden zurückliess. Die nachher erkrankten Kinder hatten mit den Effecten gespielt, namentlich die Kleider sehr viel umhergetragen. Allerdings soll der Reisende selbst von den Pocken nicht befallen gewesen sein, wohl aber ist es wahrscheinlich, dass er in Malmö, wo die Krankheit zu dieser Zeit sehr verbreitet war, mit Pockenkranken in Berührung gekommen war und so in seinen Kleidern das Pocken-Contagium mitgebracht habe. Der Zeitpunkt der ersten Erkrankung (am 24. Mai) stimmt mit dieser Annahme sehr gut überein.

Aus den bisher angeführten Gründen wurde es der Sanitätspolizei erst am 10. Juni bekannt, dass Blatternerkrankungen im Hause Nr. 2 Lilla Skinnarviksgatan aufgetreten seien. Eine genaue

Untersuchung wurde sofort angestellt, vor Allem aber selbstverständlich das zuerst angesteckte Haus aufgesucht. Es entrollte sich ein wahres Bild des Elends.

Fall 1—3[1]). In einer engen, niedrigen und dumpfen Stube lagen in einem Bette zusammen ohne Warte und Pflege drei kleine Jammergestalten. Den Sanitätsbeamten musste unter solchen Verhältnissen als erste Aufgabe erscheinen, die Kranken ins Spital zu bringen, weiter eine durchgreifende Evacuirung und Desinfection des durchseuchten Hauses ins Werk zu setzen und eine zwangsweise Vaccination bzw. Revaccination anzuordnen. Ausserdem wurde eine Visitation sämmtlicher Wohnhäuser in der Nachbarschaft unternommen, um feststellen zu können, ob vielleicht die Seuche auch anderswo vorhanden sei. Diese Hausuntersuchung ergab, dass ausser den drei oben erwähnten Fällen noch sechs Personen an den Blattern erkrankt waren.

Fall 4. Ein einjähriger Knabe, ungeimpft, war am 7. Juni krank geworden. Er wohnte in demselben Hause, wo die Krankheit zuerst entdeckt wurde. Zwischen den Leuten desselben Wohnhauses hat selbstverständlich ein lebhafter Verkehr bestanden. Die Ansteckungsquelle ist somit hier ganz deutlich; eine andere ist auch nicht aufzufinden gewesen.

Fall 5. In demselben Hause wurde noch ein zweiter Pockenfall angetroffen bei einer 37 jährigen Frau, welche zugibt, dass sie mit der Familie, wo die Krankheit zuerst ausbrach, sehr oft in Berührung gekommen sei.

Fall 6 ist die zehnjährige Tochter der oben erwähnten Frau welche über die zuerst erkrankten Kinder die Aufsicht gehabt hatte. Dass diese Frau den Pockenkeim in ihren Kleidern nach Hause getragen hat und bei dem regen Verkehr zwischen den beiden Häusern als Trägerin des Giftes gedient hat, ist mehr als wahrscheinlich.

Fall 7. Die 9 jährige Tochter derselben Frau erkrankte am 12. Juni, nur vier Tage später als ihre Schwester, was also für

1) Die Ziffern der Krankheitsfälle beziehen sich auf nachstehende Tabelle S. 258.

die Annahme spricht, dass sich Beide aus derselben Quelle angesteckt haben. Die Dauer der Incubationszeit ist in diesen beiden Fällen nicht mehr festzustellen, doch ist es ganz gewiss, dass die Incubation, vorausgesetzt, dass die obengenannte Infectionsquelle die richtige sei, nicht länger als auf zwölf Tage angeschlagen werden kann. Die beiden Pockenkranken, die auf dem Situationsplan im Hause *B* wiederzufinden sind, waren durch die Fahrlässigkeit der Eltern nie geimpft worden. Das jüngste Kind starb am 30. Juni im Spital.

Fall 8. Am 9. Juni erkrankte ein dreissigjähriger Schneider an den Blattern. Er wohnte im Hause Nr. 67 Hornsgatan, unweit der vorigen Häuser (siehe den Situationsplan Haus *C*). Eifrige Nachforschungen und weitgehende Nachfragen bei den Bekannten des Patienten sowie bei dem Kranken selbst ergaben absolut keine Anhaltspunkte für eine sichere Antwort der Frage, wo er inficirt worden sei. Er selbst sowie die früheren Erkrankten stellten es aufs Bestimmteste in Abrede, mit einander in Berührung gekommen zu sein, und behaupteten, sich vor ihrer Erkrankung nicht gekannt, noch irgend mit einander verkehrt zu haben. In Betreff der Ansteckungsquelle dieses Krankenfalles bin ich also gar nicht im Stande, eine Vermuthung auszusprechen.

Fall 9. Endlich wurde noch ein Krankheitsfall aus einem anderen ganz entfernten Stadttheile am 18. Juni angemeldet, welcher gewiss in Verbindung mit den früheren Erkrankungen gestellt werden kann. Der Mann, ein 22 jähriger Buchdrucker, arbeitete nämlich neben dem Vater (einem Typograph) der ersterkrankten Kinder, als diese noch zu Hause krank lagen; am 15. Juni zeigten sich die ersten Krankheitszeichen, was sehr wohl mit der Erklärung der Aetiologie des Falles stimmt. Keine andere Ansteckungsquelle hat sich für ihn übrigens ermitteln lassen.

Alle die bisher erwähnten Pockenkranken wurden in der Zeit vom 10. bis 18. Juni angetroffen und ins Spital transportirt, ihre Wohnungen evacuirt und mit den Sachen, Kleidern und Utensilien aufs strengste desinficirt, endlich wurde noch für eine ausgedehnte Vaccination und Revaccination gesorgt.

Fall 10. Durch diese Maassregeln hoffte man nun, die drohende Epidemie noch bezwingen zu können, was auch sehr nahe zu gelingen schien; denn bis Ende Juni trat weiterhin nur ein Krankheitsfall auf, nämlich ein zehnjähriges Mädchen aus demselben Wohnhause, von welchem der letzte der oben erwähnten Fälle abstammt. Auch dieser Krankheitsfall muss in Betreff der Infectionsquelle augenscheinlich zu derselben Kategorie wie alle die vorigen gerechnet werden. Das Mädchen erkrankte am 30. Juni und die Incubation muss also 12, höchstens 15 Tage gedauert haben.

Von nun an aber traten im Juli verschiedene Pockenfälle auf, ohne dass sich trotz aller Nachforschungen die Aetiologie derselben auffinden liess.

Fall 11. Die erste dieser Erkrankungen betrifft einen 26 jährigen Korkpfropfenmacher, der am 2. Juli an den Blattern erkrankte und am 5. Juli ins Lazareth geführt wurde. Er will weder mit einem der früher erkrankten Patienten bekannt sein, noch mit ihnen oder ihren Angehörigen irgendwo zusammengekommen sein; im Pockenspitale ist er nie gewesen, auch die Frage, ob er etwa eine der Krankenwärterinnen kenne, oder sonst mit dem Personale des Krankenhauses verkehrt habe, wird aufs Bestimmteste verneint. Die wiederholtesten Recherchen über diese letzte Frage, die ich hier wie in allen folgenden Fällen angestellt habe, lieferten dasselbe negative Resultat. Bezüglich des Wohnhauses des Kranken ist es vom Lazarethe weit entfernt; dagegen liegt seine Arbeitsstelle dem Krankenhause gerade gegenüber in einer Entfernung von ca. 50 m (siehe unten den Plan Haus *D* pag. 259).

Fall 12. Der nächste zugehende Fall ist ein 32 jähriger Gastwirth, der am 4. Juli in dem 170 m vom Krankenhause entfernt gelegenen Hause Nr. 74 *A* Hornsgatan (s. den Plan Haus *E*) erkrankte. Auch in diesem Falle war gar keine Möglichkeit, die Ansteckungsquelle aufzufinden. Berührung mit den vorigen Kranken oder Verkehr mit dem Krankenhause wird von allen Seiten verneint.

Fall 13. Am 8. Juli geht nun wieder ein Pockenfall von einem Nachbarhofe dem Lazarethe zu. Der Kranke, ein 26 jähriger

Tischler aus der Provinz, war am 15. Juni aus der Heimat gekommen. Die zu wiederholten Malen mit ihm angestellten Krankenexamina ergaben, dass weder in seiner Verwandtschaft, noch in seiner Bekanntschaft, noch überhaupt im ganzen Orte, während seines Aufenthaltes ein einziger Pockenfall aufgetreten sein soll. Wollte man dennoch annehmen, dass der Patient sich in der Heimat oder während der Reise inficirt habe, so wäre die Incubationszeit von 18 Tagen (er erkrankte am 4. Juli) eine der Erfahrung nicht entsprechende. Bei seiner Ankunft in Stockholm will er gar keinen Menschen gekannt haben; die Berührung mit einem der anderen Kranken oder mit dem Krankenhauspersonale stellt er aufs Bestimmteste in Abrede. Seit dem 17. Juni aber hat er in einer Werkstätte, die Wand an Wand mit dem Pockenspitalgebäude liegt, täglich gearbeitet (s. den Plan Haus *F*).

Fall 14, 15. Der jetzt am 9. Juli zugehende Patient, ein siebenjähriges Mädchen im Abschuppungsstadium, kommt nun wieder von einem der nächsten Häuser des Lazareths Nr. 92 Hornsgatan (s. den Plan Haus *G*). Von hier kommt auch am selben Tage ein zweites Mädchen, ein Jahr alt, wahrscheinlich vom ersteren angesteckt, weil zwischen diesen beiden Erkrankungen zehn Tage liegen, wozu kommt, dass das erste Kind öfters das kleinere auch während seiner Krankheit umherzutragen pflegte. Eine bestimmte Ansteckungsquelle ergab sich bezüglich des älteren Kindes nicht.

Fall 16. Am 9. Juli wurde auch ein dritter Pockenfall angetroffen, diesmal im Hause Nr. 96 und 98 Hornsgatan, welches in einer Entfernung von 150 m vom Krankenhause liegt (s. den Plan Haus *H*). Der Patient, ein 3/4 jähriger Knabe, bekam am 8. Juli Fieber und wurde sofort in einer abgesonderten Abtheilung des Krankenhauses isolirt. Am dritten Tage war schon die Pockeneruption ganz deutlich. Eine nähere Aufklärung über die Aetiologie des Falles war auch hier ganz unmöglich zu bekommen.

Fall 17. Endlich wurde bei den jetzt täglich vorgenommenen Visitationen in den dem Krankenhause angrenzenden Häusern noch ein Kind an diesem Tage aufgefunden, das aller Wahr-

scheinlichkeit nach an den Blattern krank war; diese Wahrscheinlichkeitsdiagnose wurde auch in wenigen Tagen bestätigt. Der zwölfjährige Knabe wohnte in einem kleinen Hause, der Rückseite des Krankenhauses gerade gegenüber und nur durch die kaum 10 m breite Strasse von derselben getrennt (s. den Plan Haus *J*). Allerdings war seit dem Beginne der Epidemie in dem Theile des Lazareths, welcher nach dieser Strasse liegt, ein Observanzpatient gelegt worden; die Fenster aber, welche nach der Strasse sind, waren doch von der Zeit an immer geschlossen, inzwischen aber die Fenster nach dem Hofe offen gelassen. Der kranke Knabe pflegte öfters mit anderen Kindern auf der Strasse zu spielen, er verneint aber aufs Bestimmteste, er sei jemals mit dem Krankenpersonale in Berührung gekommen. Alle Nachforschungen, wo sonst er sich seine Erkrankung acquirirt haben könnte, sind resultatlos verlaufen.

Fall 18, 19. Am 10. Juli wurden zwei Pockenkranke bei der Sanitätspolizei angemeldet und ins Lazareth transportirt. Der eine, ein 26 jähriger Locomotivführer, wohnte in Nr. 88 Hornsgatan (s. den Plan Haus *K*), die andere, eine 35 jährige Frau, wiederum dem Krankenhause gegenüber, im Hause Nr. 59 Hornsgatan (Plan Haus *L*). Im ersten Falle lag das Wohnhaus in einer Entfernung von 60 m vom Lazareth, im zweiten war der Abstand 25 m. Alle Fragen, ob die Patienten in Berührung mit einem Pockenkranken oder in Verkehr mit Jemandem im Krankenhause gewesen seien, wurden ganz entschieden verneint.

Fall 20. Vom oben erwähnten Hause Nr. 88 Hornsgatan (s. den Plan Haus *K*) kommt nun am 14. Juli ein neuer Krankenfall, ein 13 jähriges Mädchen, das am 11. Juli an den Blattern erkrankte. Das Kind und der Locomotivführer wollen beide einander weder kennen, noch mit einander in irgendwelche Beziehung gekommen sein. Dennoch ist aber nicht die Möglichkeit ganz ausgeschlossen, dass sie mit einander, ohne dass einer von den beiden es wüsste, in Berührung gekommen sein können. Indessen würde die Incubation dann höchstens sieben Tage gedauert haben. Eine anderweitige Infectionsquelle ausserhalb des Wohnhauses war nicht aufzufinden.

Fall 21. Eine neue Erkrankung fand am 17. Juli statt, die ein sechsjähriges Mädchen betraf, das im Hause Nr. 74 *B* Hornsgatan wohnte, also gleich neben dem oben erwähnten Gastwirthe (s. den Plan Haus *M*). Dass eine Berührung zwischen den beiden Nachbaren stattgefunden haben kann, ist möglich, kaum aber wahrscheinlich, da die Patienten sich gar nicht kennen wollen. Die Eltern des Kindes sollen auch mit dem Gastwirthe in keine Beziehung gekommen sein. Ebensowenig wollen sie mit Jemandem der vorigen Kranken oder des Krankenhauspersonales bekannt, noch mit ihnen irgendwo zusammengekommen sein. Die Aetiologie ist also auch in diesem Falle dunkel geblieben. Sofern aber das Kind sich von der oben angegebenen Quelle aus inficirt habe, würde die Incubationszeit 10 bis 13 Tage gedauert haben, da der Gastwirth am 4. Juli erkrankte und am 7. Juli in das Lazareth gebracht wurde.

Fall 36 bis 38. Hier möchte ich im voraus bemerken, dass sowohl die Mutter wie zwei Brüder dieses letzten Patienten später an den Blattern krank wurden. Doch scheint es, als ob hier eine neue Infection von aussen erfolgt sei, da die zuerst zugehende Mutter am 3. August, d. h. 18 Tage nach der Aufnahme des Kindes ins Lazareth, erkrankte und eine so lange Incubationszeit aber unwahrscheinlich ist. Möglicherweise kann aber die Infection von den Krankenzimmern aus erfolgt sein. — Am 14. August erkrankte nun weiter der erste der zwei Knaben, am 16. August schon der zweite, ein halbes bzw. vier Jahre alt; alle Beide wurden zuerst am 21. August angetroffen und im Krankenhause aufgenommen. Die Krankenfälle waren bei allen dreien leicht, das Exanthem sehr unbedeutend.

Wie wir gesehen haben, sind alle diese Pockenerkrankungen ausschliesslich in den Häusern vorgekommen, die ganz in der Nähe des Pockenspitals liegen; sie sind aber auch um dieses Haus ringsherum vielfach aufgetreten. In übrigen Stadttheilen ist die Zeit über kein einziger Pockenfall vorgekommen. Dieser Sachverhalt musste selbstverständlich die Aufmerksamkeit der Sanitätsbehörden auf sich ziehen; und bald wurde es ihnen wahrscheinlich, dass das Krankenhaus selbst

in der einen oder anderen Weise die nächste Ursache dieser Erkrankungen sein müsste oder auf irgend eine Art die Ueberführung des Pockengiftes zu den in der Nähe wohnenden Personen vermittelte. Es erschien somit als eine zwingende Pflicht, die Kranken nach einem anderen, unbebauten Theil der Stadt wegzuführen, um die Epidemie noch möglichst zu verhindern, grössere Dimensionen anzunehmen. So geschah es auch, dass die Pockenpatienten am 22. Juli in eine eiligst erbaute Baracke gebracht werden konnten.

Der Erfolg war vollständig überraschend. In zwölf Tagen, d. h. ungefähr so lange, als die Dauer der Incubationszeit nach der allgemeinen Meinung höchstens beträgt, kamen freilich noch einzelne Fälle vor, indem die Erkrankung ohne unmittelbare Berührung eines Pockenkranken erfolgt war; nach dieser Frist hörten aber auf einmal die Blattern in diesem Stadttheile auf, mit Ausnahme von vier Patienten, welche sich von Pockenkranken in ihren Wohnungen direct inficirt hatten. Ausser den oben erwähnten drei letzten Kranken kamen nämlich folgende Pockenerkrankungen vor.

Fall 22, 23. Am 19. Juli erkrankte ein 29 jähriges Mädchen, das im Hause Nr. 53 Besvärsgatan, 110 m vom Krankenhause (s. den Plan Haus *N*) wohnte, und wurde am 22. Juli in die neue Krankenbaracke gebracht. Weder directe Berührung mit den vorigen Kranken noch irgend eine andere Ansteckungsquelle war trotz mehrfacher Recherchen aufzufinden. So soll es sich auch mit dem nachher am selben Tage zugehenden Erkrankungsfalle verhalten haben. Das zweijährige Mädchen war im Hause Nr. 59 Hornsgatan (s. den Plan Haus *L*) erkrankt. Trotz aller Versicherungen der Eltern ist aber doch die Möglichkeit vorhanden, dass hier die Ansteckung von der oben erwähnten Frau, die im selben Hause am 6. Juli erkrankte und am 10. Juli ins Lazareth geschafft wurde, erfolgt sei.

Fall 24. Am 24. Juli gehen wieder zwei Blatternpatienten zu. Der erste ist ein 21 jähriges Mädchen, das in einem vom Krankenhause weit entfernten Stadttheile wohnt. Auch hier sind wiederum dieselben negativen Erhebungsresultate. Es wird aber

festgestellt, dass sie in eben derselben Fabrik, wie der oben schon erwähnte Korkpfropfenmacher, dem Krankenhause also gerade gegenüber, arbeitet (s. den Plan Haus *D*). Eine Uebertragung von diesem Arbeiter auf die letztgenannte ist undenkbar, da in diesem Falle eine Incubationszeit von mindestens 17 Tagen angenommen werden muss.

Fall 25. Der zweite Fall ist die Frau des früher erkrankten Gastwirthes (siehe oben), und ist wohl hier die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, die Uebertragung der Krankheit vom Manne anzunehmen. Die Incubationszeit aber betrüge dann mindestens 13 Tage. Keine andere directe Ansteckungsquelle hat sich aber ergeben.

Fall 26. Wir kommen jetzt zu einigen Fällen, die sich aller Annahme nach aus ein und derselben Quelle herleiten, und zwar von dem kleinen einjährigen Kind im Hause Nr. 92 Hornsgatan (s. den Plan Haus *G*). Die Grossmutter des Kindes war am 9. Juli ins Spital gekommen, um den Enkel zu pflegen; die 58 jährige Frau, die als Kind vaccinirt, niemals aber revaccinirt war, wurde bei der Aufnahme geimpft und im separaten Zimmer mit dem Kinde isolirt. Dennoch erkrankte sie am 22. Juli an sehr schweren Blattern und starb am 3. August in der neu erbauten Krankenbaracke.

Fall 31. Die Mutter des kranken Kindes hatte sich sofort, als die alte Frau krank geworden war, ins Lazareth eingestellt, um ihr Kind selbst zu pflegen. Trotz aller Vorstellungen war sie davon nicht abzubringen; sie ging am 22. Juli dem Lazareth zu und erkrankte am 31. Juli.

Fall 33. Endlich wurde auch am 5. August ein kleiner, fünf Wochen alter Knabe, der Neffe der zuletzt genannten Patientin und vorher bei ihr wohnend, an den Blattern krank. In diesem Falle ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, die Uebertragung der Krankheit auf das kleine Kind von den im Krankenhause gepflegten Angehörigen anzunehmen. Selbstverständlich war nämlich bei den wiederholten Erkrankungen u. s. w. der Verkehr zwischen den beiden Häusern nicht ganz zu verhindern. Eine andere Infectionsquelle ist hier nicht aufzufinden gewesen.

Fall 27, 28. Am 26. Juli kommen wieder zwei Fälle von den Blattern zu. Der eine, ein 22 jähriger Schuhmacher, wohnt im Hause Nr. 57 *B* Besvärsgatan, nur 170 m vom Krankenhause entfernt (s. den Plan Haus *P*). Alle Nachforschungen, wo er sich seine Erkrankung acquirirt habe, blieben resultatlos. Verkehr mit dem Krankenhause wurde allerseits bestritten. — Der zweite Fall war ein 3 jähriger Knabe, Bruder des oben erwähnten 3/4 jährigen Kindes vom Hause Nr. 96 und 98 Hornsgatan (Plan Haus *H*). Will man annehmen, dass die Infection vom letzteren ausgegangen sei, was auch rücksichtlich aller Umstände möglich ist, so muss hier eine Incubation von mindestens 13 Tagen angenommen werden. Der Knabe wurde bei der Erkrankung des Bruders sogleich geimpft; am 26. Juli, als der Pockenausschlag schon aufzutreten begann, waren auch die eingetrockneten Vaccinpusteln noch ganz deutlich. Einen Einfluss auf den Verlauf der Krankheit scheint die Einimpfung des Kuhpockengiftes gar nicht gehabt zu haben.

Fall 29. Der nächste dem Lazareth zugehende Fall ist ein 35 jähriger Arbeiter, der aller Annahme nach vom oben erwähnten Locomotivführer inficirt worden ist, weil beide im selben Zimmer gewohnt und täglich mit einander verkehrt haben. Die Incubationszeit aber betrüge dann wiederum 13 Tage. Eine anderweitige Infectionsquelle ergab sich nicht.

Fall 30, 32, 34. In den ersten Tagen des Monats August kommen nun wieder drei Kranke von den nächsten Häusern des Spitals. Auch hier sind wieder in Bezug auf die Ansteckungsquelle dieselben negativen Erkrankungsresultate. Der erste Patient ist eine 49 jährige, verheirathete Frau, die im Hause Nr. 76 Hornsgatan (s. den Plan Haus *Q*) wohnt; sie wurde am 31. Juli krank, also neun Tage nach dem Wegbringen der Pockenkranken vom Krankenhause. — Der nächste Fall ist ein Schmied, 21 Jahre alt, der freilich weit vom Krankenhause wohnt, der aber tagelang im nächsten Hause des Lazareths arbeitet (s. den Plan Haus *R*). Er erkrankte am zehnten Tage nach der Ausräumung des Krankenhauses. — Der dritte Patient endlich ist ein 10 jähriges Mädchen, das im Hause Nr. 57 *A* Besvärsgatan (s. den Plan Haus *S*) wohnt,

und ebenfalls am zehnten Tage nach der Ausräumung des alten Krankenhauses krank wurde.

Fall 35. Der zunächst zugehende Fall ist eine junge, unverheirathete Frau, die am 16. August erkrankte. Sie wohnt im Hause Nr. 74 *B* Hornsgatan (s. den Plan Haus *M*) und ist aller Annahme nach von den vorigen Kranken im selben Hause inficirt. Sie wurde am 21. August ins Lazareth gebracht.

Fall 39. Am selben Tage geht der letzte Pockenkranke dem Lazareth zu. Es ist der Austräger der Krankenhauswäscherin. Die Uebertragung der Krankheit ist hier immerhin nicht schwer zu verfolgen, namentlich als der Patient zu verschiedenen Malen auch die Pockenleichen nach dem Friedhofe weggeführt hat, wobei er selbstverständlich jedesmal mit dem Krankenpersonale und den Pockenleichen in Berührung kommen musste.

Um einen schnellen und klaren Ueberblick über den Verlauf der kleinen Epidemie zu geben, füge ich eine Liste über die sämmtlichen Pockenfälle hier bei. Die Tabelle enthält ausser den Erkrankungs- und Zugangstagen jedes einzelnen Patienten zum Krankenhause auch die Zahl der im Krankenhause zu gleicher Zeit gepflegten Kranken, weiter die Entfernung des Krankenhauses von der wahrscheinlichen Ansteckungsstelle und zuletzt noch einige wichtigere Bemerkungen. Ein Situationsplan über den Stadttheil, wo die Blatternfälle einzig und allein aufgetreten und die angegriffenen Häuser besonders angegeben sind, ist beigefügt.

Unter diesen 39 Krankenfällen sind 16, für welche eine bestimmte Ansteckungsquelle gar nicht aufzufinden war. Weder Berührung noch Verkehr, ja nicht einmal Bekanntschaft war zwischen jenen und den früher erkrankten Patienten nachzuweisen. Der Umgang mit Jemandem im Krankenhause ist in diesen Fällen auch ganz auszuschliessen. Alle diese Kranken wohnten dagegen, oder verkehrten wenigstens den ganzen Tag in solchen Häusern, die, wie ein Blick auf den beigefügten Situationsplan schon genügend zeigt, ganz in der Nähe des Pockenspitales liegen. Von solchen Häusern waren vom 1. Juli bis 3. August nicht weniger als 14 angegriffen; diese Häuser sind auf dem Plane durch ▓ angegeben

gegeben. Das mit schwarzer Farbe bezeichnete Haus ist das Pockenspital, die Häuser sind aber diejenigen, welche von dem zuerst angetroffenen Kranken im Hause Nr. 2 L[a] Skinnarviksgatan inficirt wurden.

Laufende Nr.	Erkrankungstag	Zugangstag zum Krankenhause	Inficirtes Haus auf dem Plan	Zahl der Patienten im Spital	Entfernung der muthmasslichen Ansteckungsquelle vom Krankenhause	Bemerkungen
					m	
1	24./5	10./6		4	—	Von einem Reisenden aus Malmö angesteckt (?)
2	2./6	10./6		4	—	Von Nr. 1 inficirt.
3	4./6	10./6	A	4	—	do.
4	7./6	10./6		4	—	Ist in directen Verkehr mit Nr. 1 bis 3 gewesen.
5	10./6	14./6		8	—	do.
6	8./6	11./6	B	5	—	do.
7	12./6	13./6		6	—	do. Am 30./6 †.
8	9./6	14./6	C	8	—	Die Aetiologie dunkel.
9	15./6	18./6	—	9	—	Ist in Verkehr mit den Eltern des Nr. 1 gewesen.
—	—	—	—	—	—	Von 18./6 bis 26./6 gleichzeitig 9 gepflegte Patienten.
—	—	—	—	—	—	„ 26./6 „ 3./7 „ 6 „ „
10	30./6	3./7	—	7	—	Ist in Verkehr mit Nr. 9 gewesen.
11	2./7	5./7	D	8	50	Keine wahrscheinliche Ansteckungsquelle zu finden.
12	4./7	6./7	E	9	170	do.
13	4./7	8./7	F	10	—	Hat täglich in einer Werkstätte neben dem Spitale gearbeitet.
14	30./6	9./7	G	12	105	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
15	8./7	9./7		12	—	Ist in directem Verkehr mit Nr. 14 gewesen.
16	8./7	9./7	H	12	150	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
17	8./7	9./7	J	12	10	do.
18	4./7	10./7	K	13	60	do.
19	6./7	10./7	L	13	25	do. Am 13./7 gestorben.
—	—	—	—	—	—	Von 13./7 bis 18./7 gleichzeitig 10 gepflegte Patienten.
20	11./7	14./7	K	10	—	Wohnt im selben Hause wie Nr. 18.
21	17./7	18./7	M	11	150	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
22	19./7	22./7	N	13	110	do. Das Spital wird ausgeräumt.
23	20./7	22./7	L	13	25	do. (?)
24	19./7	24./7	D	15	50	do.
25	20./7	24./7	E	15	—	Aller Annahme nach von Nr. 12 direct inficirt.
26	22./7	25./7	G	16	—	„ „ „ „ „ 15 „ „ Am 3./8 †.
27	23./7	26./7	P	18	170	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
28	22./7	26./7	H	18	—	Bruder des Nr. 16.
29	24./7	28./7	K	19	—	Wohnt im selben Zimmer mit Nr. 18.
30	31./7	5./8	Q	16	120	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
31	31./7	5./8	G	16	—	Mutter des Nr. 15.
32	3./8	7./8	R	17	40	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
33	5./8	9./8	G	18	—	Geschwisterkind des Nr. 15. Am 12./8 gestorben.
34	2./8	14./8	S	13	150	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
35	16./8	21./8		11	—	Wohnt im selben Hause wie Nr. 36.
36	3./8	21./8	M	11	150	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
37	14./8	21./8		11	—	Kind des vorstehenden Patienten.
38	16./8	21./8		11	—	do.
39	18./8	21./8	—	11	—	Im Krankenhause wahrscheinlich angesteckt.

Dass das Krankenhaus in einer oder anderer Beziehung die Ausbreitung der Pockenerkrankungen vermittelte, ist wohl nicht möglich zu bezweifeln, namentlich da die Krankenfälle, wie ich hier oben gezeigt habe, in kurzer Zeit ganz und gar aufhörten, nachdem die Pockenkranken vom Krankenhause weggeschafft worden waren.

Frägt man sich aber nun: auf welchem Wege hat sich das Pockengift verbreitet, wie ist es vom Krankenhause in so viele Häuser gekommen, so kann die Antwort in zweierlei Art aus-



Blatternhäuser in Stockholm.

fallen. Entweder ist das Pockengift durch directen Verkehr zwischen den Kranken oder dem Krankenpersonale auf die Nachbarn übergeführt worden, oder es ist die Infection durch

die Luft vom Krankenhause aus erfolgt. Die erste Annahme hat wegen der im Krankenhause angeordneten Maassregeln bezüglich der Absonderung und Isolirung aller Kranken sehr wenig für sich, so dass sie bei dieser Epidemie ganz fallen zu lassen ist, wie folgende Erläuterungen zeigen mögen.

Das betreffende Krankenhaus ist ein vormaliger Schuldarrest, der jetzt in der Mitte eines dicht bevölkerten Stadttheiles liegt und seine Fronten (die eine nach Norden, die andere nach Süden) nach zwei sehr verkehrsreichen Strassen hat. Nach Westen stösst es unmittelbar an ein von vielen armen Familien bewohntes Gebäude; nach Osten ist es durch einen Garten vom Nachbarhofe getrennt. Das Haus, welches aus vier zusammengebauten Abtheilungen besteht, ist ein langgestreckter, viereckiger Bau, 50 m lang und 18 m breit, der einen langen und schmalen Hof umgibt (s. den Situationsplan). Dass dieser Hof ein grosser Uebelstand ist, darf nicht Wunder nehmen, da den Sonnenstrahlen fast jeder Zutritt abgesperrt und die Luftbewegung in demselben nur eine sehr mangelhafte ist. Die Mittelpartie nach Süden ist drei Stockwerke hoch. Im ersten und zweiten Stocke befinden sich die Verwaltungsräume und Wohnungen des Krankenhauspersonales, im dritten Stocke Krankensäle. Die Seitenabtheilungen sind zweistöckig und nur nach dem Hofe mit Fenstern versehen. In dem kleinen Mittelbau nach Norden ist die Desinfectionsanstalt nebst zwei Isolirzimmern gelegen.

Der Haupteingang ist im Mittelbau nach Süden; ausserdem befindet sich auch im entgegengesetzten Mittelgebäude ein kleinerer Eingang für die Desinfectionsanstalt und in der östlichen Seitenabtheilung eine Gartenthüre. Besuchende und Kranke können nur durch den Haupteingang ins Krankenhaus einkommen und ist dieser nicht nur vermittelst schwerer Thore, sondern auch durch eine hohe, eiserne Gitterthüre verschlossen. Neben diesem Eingange hat der Portier sein Zimmer, welches so angeordnet ist, dass jeder Ein- oder Austretende dasselbe passiren muss. Während der ganzen Epidemie war es dem Portier aufs strengste verboten, jemanden — mit Ausnahme der zugehenden Patienten — ohne meine Erlaubnis ins Krankenhaus einzulassen oder aus

demselben hinauszulassen. Tag und Nacht waren die Thore zugeschlossen und wurden ohne mein Wissen — ich bin dessen ganz sicher — Niemandem geöffnet.

Das ganze Krankenhauspersonal war ausserdem während der kurz dauernden Epidemie im Krankenhause wie in einem Kerker eingeschlossen und nur ein paar Male wurden einzelne von den Krankenwärterinnen nach vorangehender gründlicher Desinfection herausgelassen. Alle Bedürfnisse, wie Esswaaren u. dergl., wurden fast ohne Ausnahme durch Telephon requirirt und ausserhalb der Krankenhausthore zum Portier abgeliefert. Dieser letztgenannte war in meiner Abwesenheit für die genaue Isolirung der Einwohner des Spitals verantwortlich, was übrigens durch die Lage und Anordnung der Gebäude ziemlich leicht war und in bester Weise vollbracht wurde.

Auch durch die Fenster des Krankenhauses ist die Communication wohl ganz unmöglich gewesen, weil in den eigentlichen Krankensälen alle Fenster nach dem Hofe liegen und im Mittelgebäude Pockenkranke nur ausnahmsweise eingelegt wurden und zwar dann nur im dritten Stock, d. h. ungefähr 10 m hoch vom Erdboden. Zumal vom Garten aus, wohin die Convalescenten dann und wann gelassen wurden, war niemals Verkehr mit der Aussenwelt denkbar, weil dieses Gärtchen überall, wo es nicht an die Hausmauern stösst, von einer 5 m hohen Planke umgeben ist.

Jeden Verkehr zwischen dem Krankenhause und der Aussenwelt halte ich also — wenn auch auf die Versicherungen der Patienten und des Krankenhauspersonales kein zu grosses Gewicht gelegt werden kann — aus guten Gründen für ganz undenkbar. Es bleibt also in diesem Falle nur übrig, die Uebertragung des Pockengiftes mittels der Luft anzunehmen. Dafür spricht wohl ausser dem negativen Befunde in anderer Beziehung auch die zeitliche und örtliche Vertheilung der einzelnen Krankenfälle, wie dies aus dem oben Gesagten hervorgeht. Von den 16 Fällen, für welche keine bestimmte Ansteckungsquelle aufzufinden war, sind nämlich die meisten in zwei scharf begrenzten Terminen erkrankt, der eine vom 30. Juni

(Nr. 14) bis 8. Juli (Nr. 16 und 17), und der andere vom 17. bis 24. Juli. Nehmen wir an, dass die Dauer der Incubationszeit zwölf Tage beträgt, ziehen wir weiter so viele Tage von den obigen Zeiten ab, so bekommen wir die Termine vom 18. bis 26. Juni, bzw. vom 5. bis 12. Juli als die Tage, an welchen die Ansteckung dieser Kranken wahrscheinlich erfolgt sei. Diese sind aber gerade die Tage, an welchen die Zahl der Pockenkranken im Krankenhause vor der Ausräumung am grössten war, wie man sogleich durch einen Blick auf die obige Krankenliste sieht und an welchen folglich auch das Pockengift im Krankenhause am meisten angehäuft sein musste.

Ich halte aber auch die geschilderten örtlichen Verhältnisse, unter welchen diese Krankenfälle aufgetreten sind, für einen äusserst stichhaltigen Beweis, dass die erwähnte Annahme der Uebertragung vom Hospitale die richtige sein wird. Wie sollte man sonst wohl erklären können, dass alle diese Krankenfälle nur in der nächsten Nähe des Krankenhauses und sonst nirgendwo in der ganzen Stadt auftraten, ja die Entfernung von 170 m nicht überschritten? Unter der Annahme, dass sich die Krankheit nur durch persönlichen Verkehr verbreitet habe, würden wir zu der überhaupt ganz unrichtigen Voraussetzung gezwungen, dass alle die Pockenkranken bzw. das Krankenhauspersonal nur mit Personen in der Nähe des Krankenhauses verkehrt haben, und nicht mit Einwohnern anderer Stadttheile bekannt seien; wir müssten denn sonst den ganzen Sachverhalt der localen Epidemie als Zufall erklären. Nehmen wir dagegen an, die Luft sei die Trägerin des Pockengiftes gewesen, so erklärt sich dieses sehr leicht. In Ermangelung von ausreichender Ventilation in den Krankensälen wurden die Fenster täglich offen gelassen, was selbstverständlich den Krankheitskeimen reichliche Gelegenheit gab, sich im Luftraume des Lazarethhofes anzuhäufen, namentlich, weil die Luftbewegung daselbst, wie oben gesagt worden ist, eine sehr mangelhafte war. Früher oder später muss doch diese Luftmasse und mit ihr auch die Krankheitskeime verbreitet werden, und da angenommen werden muss, dass die Keime feste Körper sind, die ein gewisses

Gewicht besitzen, so ist es ja auch nicht unwahrscheinlich, dass sie nur eine kurze Strecke weggeführt werden, um besonders bei schwachem Wind bald herunterzufallen und an verschiedenen Gegenständen in der Nähe zu haften.

Eine andere Verbreitungsart lässt sich vielleicht darin suchen, dass Fliegen und andere Insekten das Pockengift übertragen haben; wenigstens muss man unwillkürlich daran denken, wenn man sieht, wie hartnäckig diese Schmarotzer die Kranken belästigen, und wie unausgesetzt sie durch die Fenster ein- und ausfliegen. Für diese Annahme spricht ja auch, dass die Krankheit eben in der wärmsten und an Fliegen reichsten Jahreszeit ihre Verbreitung hatte.

Wie dem auch sein mag, so scheint es mir doch sehr wahrscheinlich, dass die oben beschriebene Epidemie eine Bestätigung der von Anderen schon gemachten Beobachtung liefere, dass die Blattern unter Umständen auch ohne persönlichen oder directen Verkehr verbreitet werden können. Dies ist auch die Veranlassung, dass ich diese kleine Notiz aufgezeichnet habe, da jede Bereicherung unserer Kenntnis dieser gefährlichen Seuche ein Gewinn werden muss.

Untersuchungen über Variationserscheinungen bei Vibrio Proteus.

(Kommabacillus von Finkler-Prior.)

Von

Georg Firtsch
in Graz.

(Aus dem Laboratorium des Prof. Max Gruber in Graz.)

(Mit Taf. V u. VI.)

Bei Aussaat einer 307 Tage alten, ursprünglich reinen, von einer Plattencolonie abgeimpften Gelatinecultur des Vibrio Proteus (Kommabacillus von Finkler-Prior) auf Nährgelatineplatten erhielt Prof. Gruber neben zahlreichen typischen Colonien des Vibrio anscheinend als Verunreinigung in geringerer Zahl Colonien einer weniger rasch verflüssigenden Bacterienart. Sie erregten seine Aufmerksamkeit dadurch, dass sie bei oberflächlicher Betrachtung mit freiem Auge und mit der Loupe eine gewisse Aehnlichkeit mit den Colonien des Choleravibrio zeigten. Das Interesse wurde noch erhöht, als sich herausstellte, dass man es hier ebenfalls mit Kommaformen zu thun hatte und dass die Stichculturen in gewissen Stadien ihrer Entwickelung alle Charaktere der Choleravibrio-Culturen vortäuschten. Ich folgte daher gerne der Aufforderung Prof. Gruber's, diese anscheinend bisher unbekannte Vibrioart in ihrem Verhalten näher zu studieren. Bevor ich zu ihrer Beschreibung übergehe, sei es mir gestattet, die Wachsthumseigenthümlichkeiten des typischen Vibrio Proteus kurz zu schildern. Ich möchte dadurch einerseits den Beweis liefern, dass ich es wirklich mit der von Finkler-Prior entdeckten Art zu thun hatte, andererseits ist es nothwendig, die Charakteristik dieser Art im Gedächtnisse zu haben, um Aehnlichkeiten

und Verschiedenheiten der Merkmale der neu zu beschreibenden Formen besser beurtheilen zu können.

Typischer Vibrio Proteus.

Die 24 Stunden alten Colonien des Vibrio Proteus bei einer Temperatur von 14 bis 20° auf 10% Fleischwasser-Pepton-Gelatine-Platten gewachsen, erscheinen als winzige, punktförmige Gebilde von 40 bis 60 μ diam., im auffallenden Lichte weiss, perlmutterglänzend, im durchfallenden bei ca. 100facher Vergrösserung, schwachgelblich bis gelbbräunlich gefärbt, homogen oder ganz gleichmässig fein granulirt. Der Contour ist bei den tiefliegenden meist genau kreisrund und glatt. Nur bei oberflächlich Liegenden sieht man bisweilen ovalen und elliptischen glatten, selten gewellten Contour. Nach 2 × 24 Stunden haben die oberflächlichen Colonien die Gelatine bereits zu verflüssigen begonnen. Die Vegetation breitet sich in der ganzen verflüssigten Partie von 2,5 bis 3 mm Durchmesser aus, so dass die ganze Verflüssigungszone milchig getrübt ist. Die tiefliegenden Colonien sind bedeutend kleiner (1 bis 1,2 mm diam.) und sind meistens homogen, mehr oder weniger dunkel braungelb gefärbt. Nicht selten kann man in diesem Stadium noch eine centrale, stärker gefärbte Anhäufung der Bacterienmasse von einer fast farblosen 15—20 μ breiten Randzone unterscheiden. — Später nach 3 × 24 Stunden vertheilt sich diese centrale Masse in dem Verflüssigungsherde, der bei den oberflächlichen Colonien nun einen Durchmesser von 5 bis 7 mm erlangt hat. Die Flüssigkeit ist entweder gleichmässig milchig trüb, oder die Trübung ist am Rande intensiver, weil dort stärkere Anhäufung der Vibrionen stattfindet, oder solche stärkere, übrigens durch vorsichtiges Neigen und Schütteln leicht vertheilbare Anhäufungen bilden in der Flüssigkeit Streifen und Knoten, so dass die Colonie ein marmorirtes Ansehen gewinnt. Diese Marmorirung tritt bei älteren Colonien noch häufiger und ausgeprägter auf. **Eine scharfe Abgrenzung der Colonie von ihrem Verflüssigungshofe findet jedoch bei vollkräftigem Vibrio Proteus niemals statt.** Bei den drei Tage alten Culturen zeigen die

oberflächlichen Colonien sehr seichte, dellenartige Einsenkungen unter die Oberfläche der Gelatine, infolge rascherer Wasserverdunstung aus dem Verflüssigten.

Die mikroskopischen Wuchsformen [1]) in diesen Plattencolonien sind schon von Finkler-Prior [2]), Buchner [3]) und Gruber [4]) ausführlich beschrieben worden. Meine Beobachtungen stimmen mit diesen Beschreibungen vollständig überein. In den 24 Stunden alten Colonien findet man plumpere oder schlankere Kurzstäbchen, oft etwas tonnenartig angeschwollen. Nur selten ist an ihnen eine schwache Krümmung erkennbar, eigentliche »Kommas« sind ganz vereinzelt. Erst in den älteren, 3- und 4 tägigen, Colonien treten die Kommas als herrschende Wuchsform auf. Von ihrer äusserst lebhaften Eigenbewegung hängt die homogene Trübung der Verflüssigungszone ab. In solchen älteren Colonien findet man dann auch nicht selten Schraubenfäden bis zu 80 μ Länge, manchmal äusserst regelmässig gewunden.

Die Gelatine-Stichculturen zeigen die oft beschriebenen Charaktere der raschen, längs des ganzen Impfstiches eintretenden Verflüssigung, Trübung der Flüssigkeit u. s. w. Nach 10 Tagen etwa hatte sich bei mittlerer Zimmertemperatur oberflächlich ein Häutchen gebildet; nach 14 Tagen bis 3 Wochen war die Verflüssigung der Gelatine beendet. Mikroskopisch dieselben Wuchsformen in derselben Reihenfolge wie auf den Platten, schliesslich Involutionsformen: gequollene Vibrionen mit Polkügelchen und freie, stark färbbare Kügelchen.

Auf 1 % Nähragar im Brutofen von den Impfstrichen ausgehend binnen 24 Stunden Ueberzug der ganzen Plattenoberfläche mit einem feuchten, weisslichen Häutchen. Die Komma's sind hier durchschnittlich noch schmäler und kürzer als die kleinsten, in Gelatinestichculturen beobachteten. Vereinzelt kommen aber auch kurze, ziemlich regelmässige Schraubenfäden vor. Bei

---

1) Die Beobachtung der mikroskopischen Wuchsformen erfolgte stets mit einer homogenen Immersion $^1/_{24}$ von Leitz in Wetzlar.

2) Ergänzungshefte z. Centralbl. f. allgem. Ges.-Pflege Bd. 1 Heft 5 u. 6.

3) Sitzungsber. der Gesellsch. f. Morph. u. Physiol. in München 13. Jan. 1885.

4) Wiener med. Wochenschrift 1885 Nr. 9 u. 10.

längerem Stehen der Cultur erfolgt dann wieder die Bildung der Polkügelchen und Degeneration.

Auf Kartoffeln, auch bei 37° langsames Wachsthum. Binnen 8 bis 14 Tagen bildet sich längs der Impfstriche ein bräunlich graugelber, glänzender, 1,5 bis 2 mm breiter Belag mit regelmässig eingekerbtem Rande und kleisterartiger Consistenz. Rings um den Belag ist die Kartoffel ca. 2 mm breit, grauweiss verfärbt. Die Vibrionen selbst waren auf den, allein zur Verfügung stehenden alten Winter-Kartoffeln stark degenerirt, bis zu 3 μ Durchmesser gequollen, ihre Membranen stark vergallertet.

Die Formenreihen in Fleischbrühe entsprachen völlig der Beschreibung der früher genannten Autoren.

Vergleichen wir damit die neue Vibrioform [1]).

Neuer Vibrio.

Auf Nährgelatineplatten bildet dieser Vibrio binnen 24 Stunden bei Zimmertemperatur punktförmige Colonien. Die tiefliegenden haben im Mittel 33 μ diam., schwach gewellten, scharfen Contour, kaum wahrnehmbare, hellgelbliche Färbung und sind mit flachen, je nach der Einstellung hellglänzenden oder dunklen Wärzchen besetzt. Die Aehnlichkeit mit jungen Colonien des Cholera-Vibrio ist in diesem Stadium überraschend gross. Die oberflächlichen Colonien unterscheiden sich zu dieser Zeit fast gar nicht von den tiefen. Sie sind nur etwas grösser und einzelne, welche dann bereits stärker gewellten Contour besitzen, lassen, wenn man schief über die Oberfläche der Platte hinblickt, einen winzigen Verflüssigungshof erkennen.

Nach 2 × 24 Stunden sind die Colonien zur doppelten und dreifachen Grösse herangewachsen und sind nun im auffallenden Lichte deutlich gelblich-weiss. Die tiefliegenden sind im Centrum bräunlich geworden und haben eine stärker gewellte oder gezackte Oberfläche. Die oberflächlichen Colonien haben ebenfalls ein bräunlichgelbes, granulirtes Centrum, von dessen Rande Convolute

1) Ich will dabei genauer, als es für den Vergleich nothwendig ist, auf die mikroskopischen Wuchsformen eingehen, weil diese ein neues Beispiel für die grosse Formvariabilität mancher Bacterienarten geben.

von dünnen Schleifen in die Verflüssigungszone hineinragen. Der Verflüssigungshof hat etwa den doppelten bis dreifachen Durchmesser der Colonie, die Flüssigkeit ist vollkommen klar, die Oberfläche tief dellenartig eingesunken.

Nach 3 $\times$ 24 Stunden hat sich bei den, ca. 660 μ im Durchmesser grossen, tiefen Colonien ein dunkelbraunes, ca. 250 μ im Durchmesser grosses Centrum mit ziemlich scharfem Contour von einer bräunlichgelben Zone von 80 bis 100 μ Breite geschieden, von der dann die farblos durchscheinenden Convolute von Schleifen und Bändern ausgehen. Diese Schleifenbildungen sind noch viel entwickelter bei den oberflächlichen Colonien mit 700 bis 900 μ Durchmesser. Sie sind deutlich erkennbar aus mehreren parallel laufenden Strängen zusammengesetzt und ragen oft weit in den Verflüssigungshof hinaus, so dass der Contour äusserst unregelmässig wird. Der Verflüssigunghof hat den 3- bis 4 fachen Durchmesser der Colonie, ist kreisrund und völlig klar. Durch die rasche Verdunstung des Wassers aus den verflüssigten Partien sind tiefe Grübchen in der Gelatine entstanden. Bei flüchtiger Beobachtung mit freiem Auge und selbst mit der Loupe könnten die Colonien auch in diesem Stadium mit denen des Choleravibrio verwechselt werden; mit den Proteuscolonien haben sie nicht die geringste Aehnlichkeit [1]).

Als mikroskopische Wuchsform erkennt man in den ersten 2 bis 3 Tagen fast ausschliesslich Kurzstäbchen von cylindrischer Form 1,5 bis 5 μ lang, sehr selten schwach gekrümmt mit flach abgerundeten Enden, nicht selten zu Doppelstäbchen verbunden. Es finden sich aber auch einzelne sehr steil gewundene und 60 bis 70 μ lange Fadenformen, welche ganz unregelmässig gekrümmt erscheinen. Die Dicke der Stäbchen und Fäden wechselt ausserordentlich von 0,7 bis 1,2 μ im ungefärbten Zustand gemessen und in einzelnen Fällen noch darüber, und sind es meist die dünneren Stäbchen, welche eine schwach kommaförmige Krümmung er-

1) Bei noch älteren Colonien wird ein Theil der Schleifen ganz abgestossen, so dass sie als freie Flöckchen in der Flüssigkeit schwimmen. Die dunkle, centrale Masse lässt sich oft mit der Platinnadel in der Flüssigkeit herumrollen, wie der Eidotter im Eiweiss, ohne zu zerfallen.

kennen lassen. Der Colonie direct entnommen zeigen dieselben im hängenden Wassertropfen keine Eigenbewegung.

In älteren Colonien beobachtet man neben den Stäbchen schon zahlreiche charakteristische Komma- und S-Formen, 0,5 bis höchstens 1,0 μ dick, häufig auch steilgewundene Spiralen von im Mittel 40 μ Länge und 1 bis 1,3 μ Dicke und zeigen einzelne Individuen im hängenden Wassertropfen nach längerem Stehen geringe, jedoch nie lebhafte Eigenbewegung. Fischt man die vorhin beschriebene, centrale, festere Masse einer Colonie heraus und zerdrückt dieselbe zwischen zwei Deckgläsern, so beobachtet man, dass die Vibrionen derselben im Durchschnitt dünner sind, als die der Schleifenpartien. Aber auch Spiralen von 20 bis 25 μ Länge bei ca. 0,7 μ Dicke finden sich darin vor. Pathologische Wuchsformen, wie sie Buchner als »Monadenformen« zusammenfasst, sind nicht gerade selten, Spindelformen, zur Eiform oder dem Ellipsoid gedunsene, mit gequollenen Membranen versehene, dann flaschenförmige Gebilde konnte ich öfter beobachten, nur nie eine ausgesprochene Kugelform.

Ebensowenig wie die Colonieform auf der Platte zeigt die Stichcultur in Nährgelatine Aehnlichkeit mit den Vibrio Proteus-Colonien. Nach 24 Stunden nimmt man Trübung längs des ganzen Impfstiches wahr, jedoch noch keine Spur von Verflüssigung oder Verdunstungstrichterbildung. Nach 2 $\times$ 24 Stunden ist diese deutlich entwickelt, ebenso beginnt die Verflüssigung der Gelatine in den oberen Theilen des Stiches. Vom 3. bis 7. Tage entwickelt sich der Verdunstungstrichter immer stärker, er wird 3 bis 7 mm tief und sieht von der Seite betrachtet wie eine spitzkegelförmige Luftblase, mit der Spitze nach abwärts gerichtet, aus. Um diese Blase herum schreitet die Verflüssigung rascher vor als in der Tiefe, so dass die Cultur eine verkehrt birnförmige Gestalt annimmt. Die Flüssigkeit ist nahezu klar. Die Vegetationen entwickeln sich hauptsächlich in der Tiefe der Verflüssigungszone und des Impfstiches, zum Theil bilden die Flöckchen einen Wandbelag in der napfförmigen Verflüssigung. In diesem Stadium sieht die Cultur meist den Culturen des Choleravibrio zum Verwechseln ähnlich, nur schien bei gleich-

zeitigen Aussaaten die Entwickelung und Verflüssigung hier etwas rascher vor sich zu gehen, als beim Cholerakeime. Später erreicht dann die Verflüssigung die Wand des Röhrchens, es bildet sich eine ziemlich fest zusammenhängende Decke auf ihr, sie schreitet in die Tiefe fort, so dass nach ca. 3 Wochen der ganze Inhalt des Röhrchens verflüssigt ist.

Der mikroskopische Befund stimmt vollständig mit dem der Plattencolonien überein. Auch hier finden sich anfänglich Kurzstäbchen mit flach abgerundeten Enden von verschiedener Länge und Dicke, die Niemand für Schraubenformen halten würde. In der vorgeschrittenen Cultur aber werden mehr und mehr die Kommas und Spiralen vorherrschend, welche dann auch der Colonie entnommen im hängenden Tropfen Eigenbewegung zeigen, aber nie die Lebhaftigkeit der Formen aus typischen Proteusculturen erhalten. In 10 bis 14 Tage alten Culturen werden die längeren Spiralen wieder sehr selten, es finden sich fast nur mehr sehr dünne Kommas. In der ganz verflüssigten Cultur erscheinen dann bald Quellungsformen und Polkügelchen. Der Plasmaleib wird trübe, mitunter schwach gekörnt. Die Kügelchen an den Polen sind dann scharf abgegrenzt, stark lichtbrechend und färben sich mit Rubin intensiv.

Das Aussehen der Cultur auf Nährägar bei 37° entsprach vollkommen dem der Proteusculturen. Mikroskopisch erschienen äusserst zarte Kommas, 0,3 bis höchstens 0,5 μ breit [1]) bei 2 bis 4 μ Länge. Selten fanden sich Spiralen, welche ziemlich flach und sehr regelmässig gewunden waren. Mehr als dies in Culturen auf anderen Nährböden der Fall war, ähnelten diese Formen denen des Choleravibrio. Bereits nach 2 bis 3 $\times$ 24 Stunden begann die Bildung der Polkügelchen unter gleichzeitiger, oft sehr starker Quellung der Membran.

Wie bei den Proteusculturen ging auch bei diesen die Entwickelung auf den Kartoffeln sehr langsam vor sich. Nach 5 bis 7 Tagen sah man längs des Impfstriches einen schmalen, glänzenden Belag von schwach gelbbräunlicher Farbe und kleisterartiger Consistenz. Nach 14 Tagen sind die Beläge ca. 2 mm breit

1) Insoferne eine exacte Messung so kleiner Formen überhaupt möglich ist.

geworden, die Kartoffel ist rings auf die doppelte Breite hin kreideweiss verfärbt.

Eine der Colonie mit der Nadel entnommene Partie, in einen Wassertropfen gebracht, quillt rasch an, wird zähschleimig und lässt sich an der Nadel im Wassertropfen herumziehen wie zähflüssiger Gummischleim.

In den 5 bis 8 Tage alten Culturen fanden sich zerstreut, jedoch in auffallend geringer Zahl noch intacte Individuen von meist Kommaform 0,4 bis 0,5 μ dick, 2 bis 3 μ lang, aber auch **S**-förmig und hufeisenförmig gekrümmt; nur ihre Membranen liessen Quellungserscheinungen erkennen. Später nahmen aber die auch in Plasma gequollenen Formen immer mehr zu. Es waren eiförmige und ellipsoide Gebilde bis zu 3 μ Durchmesser wahrnehmbar mit ungleich dichtem Inhalte und schlechter Färbbarkeit. In 14 Tage alten Kartoffelculturen waren ausschliesslich solche »pathologische« Formen zu finden; trotzdem hörte das Wachsthum nicht auf. Man konnte noch 2 Monate lang die Vergrösserung des Belages beobachten.

Besondere Mannigfaltigkeit zeigen die Wuchsformen in Fleischbrühe. Bei Zimmertemperatur findet man schon nach 5 Stunden reichlich Stäbchen, Kommas und Spiralen. Alle Formen sind verhältnismässig dick: 0,7 bis 1,5 μ diam. Besonders bemerkenswerth ist die grosse Zahl der Spiralfäden. Sie sind 80 bis 120 μ und darüber lang, meist unregelmässig gewunden, häufig eine Gliederung zeigend. Die Dicke ist an ein und derselben Spirale von 0,7 bis 1,5 μ wechselnd; oft ist das eine Ende dick, das andere dünn, so dass das Gebilde einer Peitschenschnur gleicht. Gewöhnlich sind es die dünneren Stellen, welche regelmässig gewunden sind. Manchmal biegt sich der Faden um und die Enden schlingen sich, haarflechtenartig, umeinander. Vereinzelte Exemplare stellen äusserst regelmässige Schrauben dar und gewähren dann, bei ihrer Grösse, einen sehr hübschen Anblick.

Später zerfallen dann die Schrauben in längere und kürzere Theilstücke. Die Theile haften dann noch einige Zeit hindurch an einander und zwar sieht man im gefärbten Präparate das Protoplasma an den Theilungsstellen spitzconisch ausgezogen.

Die Verbindungsfäden sind manchmal so dünn, dass sie bei stärkster Vergrösserung nur als haarfeine Striche erscheinen, dabei erreichen sie eine Länge von 1 bis 2 μ.

Schon nach 24 Stunden sind die langen Spiralfäden sehr selten geworden, nach 2 $\times$ 24 Stunden fast alle in Kommas und **S**-Formen zerfallen. Dabei hat der Dickendurchmesser der Formen in ganz auffälliger Weise abgenommen. Die dicken Formen von 1 und 1,2 μ sind nach 3 bis 4 Tagen gänzlich verschwunden. Die Hauptform sind nun mehr lebhaft bewegliche, schön gekrümmte Kommas von 0,4 bis 0,6 μ Dicke und 1,5 bis 2,5 μ Länge. Das Aussehen der Cultur ist ein durchaus anderes geworden.

Hat man die Fleischbrühe bei 37 ° gehalten, dann treten die dicken Formen und die Spiralfäden gar nicht auf, sondern sofort die schön gekrümmten, feinen, lebhaft beweglichen Kommas.

Ich möchte hervorheben, dass die Beschreibung hier, wie überhaupt in dieser Abhandlung, nicht etwa auf einer einzelnen Beobachtung, sondern stets auf einer grossen Zahl von Parallelversuchen beruht.

In älteren Fleischbrühculturen, viel früher bei 37 ° als bei Zimmertemperatur, erscheinen, wie bei Vibrio Proteus und beim Choleravibrio, stark lichtbrechende, intensiv färbbare Kügelchen. Ich habe ihre Entwickelung in Fleischbrühen, meist im hängenden Tropfen aufmerksamer verfolgt. Sie begann in der Regel damit, dass die beiden Pole des Kommas, das bis dahin ganz homogen ausgesehen hatte, stärker lichtbrechend wurde und sich anfangs undeutliches, später schärfer an jedem Pole eine kugelige Masse von dem mittleren Theile des Vibrioleibes absonderte. Von Beginn dieser Sonderung an war das Komma nicht mehr gleichmässig färbbar, die polaren Theile nahmen intensiv, die mittleren sehr schwierig Farbe auf. Nicht selten aber traten in einem Komma nicht bloss 2 Kügelchen an den Polen auf, sondern zwischen beiden noch ein drittes, noch öfter ein drittes und viertes. Man hatte also dann eine Reihe von 3 oder 4 Kügelchen in einem Bogen, entsprechend der alten Kommaform, aneinandergereiht durch ganz schmale, unfärbbare Zwischenschichten von einander getrennt.

Bei der Durchmusterung zahlreicher Präparate aus diesem Stadium bekam man überhaupt den Eindruck, dass die Kommas vierzellig seien. Auch wenn bloss 2 Polkügelchen gebildet waren, konnte man mitunter eine Gliederung der schlecht färbbaren Mittelpartie in 2 Theile wahrnehmen. Waren 3 Kügelchen gebildet, dann waren immer 2 knapp an einander gereiht, das dritte am entgegengesetzten Pol durch eine etwas breitere Plasmaschichte von den anderen getrennt. Mitunter waren auch 2 Kügelchen am einen Ende des Kommas ausgebildet, das andere Ende stark geschrumpft. — Die Kügelchen waren übrigens von sehr ungleicher Grösse auch in einem und demselben Komma. Gewöhnlich hatten sie dieselbe Dicke wie das Komma, 0,4 bis 0,6 μ, oft aber auch 1 μ Durchmesser und darüber. Manchmal kam es auch vor, dass 2 Kügelchen verschmolzen schienen und dann eine Bisquitform darstellten. In älteren Fleischbrüh-Röhrchenculturen (nie im hängenden Tropfen) sah ich einigemale sehr dünne, 10 bis 15 μ lange Schraubenfäden, an denen meist polar oder irgendwo im Verlaufe ein, nie mehrere Kügelchen, zur Entwickelung gekommen war.

Schliesslich werden die Kügelchen durch Zerfall des Kommas frei und in 3 Wochen alten und älteren Culturen finden sie sich fast ausschliesslich vor, oft noch mit Fetzen des Vibrioleibes behaftet.

In diesem Zustande behält die Cultur lange ihre Lebensfähigkeit. Man hat demnach in diesen Kügelchen, ebenso wie in denen des Proteus und des Choleravibrio, wohl eine Art Dauerzustand, Arthrosporen vor sich.

Finkler-Prior und Hueppe[1]) geben für die von ihnen gefundenen Kügelchen auch grössere Widerstandsfähigkeit gegen das Austrocknen an, insbesondere haben Finkler und Prior den aus Kügelchen bestehenden Bodensatz alter Culturen noch nach 3½ Monaten währender Austrocknung über Phosphorsäure-Anhydrid lebensfähig gefunden. Ich konnte bei meinen Kügelchen eine solche Widerstandsfähigkeit nicht feststellen. Ich stellte die

1) Fortschritte d. Med. 1885 Nr. 19.

Versuche — etwa 50 in 7 Reihen — so an, dass auf die Unterseite von sterilisirten Deckgläschen unter allen Cautelen ein Tröpfchen einer Fleischbrüh-Cultur gebracht wurde, welche 4 Wochen im Brutofen, dann im Zimmer gestanden hatte. Nach Ausweis der mikroskopischen Untersuchung enthielt sie nur mehr Kügelchen. Das Tröpfchen wurde in möglichst dünner Schichte ausgebreitet, dann unter sterilisirter Glasglocke über Schwefelsäure bei Zimmertemperatur getrocknet. Nach ½, 1, 2 u. a. w. 24 und 48 Stunden wurden Deckgläschen herausgenommen, mit einem Tropfen sterilisirter Fleischbrühe befeuchtet, auf einen hohlgeschliffenen Objectträger gebracht und mit Vaselin eingeschlossen und im Brütofen aufbewahrt. Nach 24 Stunden und später wurde mikroskopisch geprüft, ob es zur Vegetation gekommen war. War dies der Fall, dann wurde noch durch Plattenaussaat aus dem Tröpfchen sichergestellt, dass es sich wirklich um die Entwickelung unseres Vibrio handelte. Die Kügelchen zeigten nun in der That eine grössere Widerstandsfähigkeit als die Kommas, die schon nach ¼ bis ½ stündigem Trocknen abgestorben waren. Noch nach 12½ stündigem Trocknen kam es zur Vegetation, darüber hinaus fand aber keine Entwickelung mehr statt.

Es fehlte, da Herr Prof. Gruber inzwischen nach Wien berufen wurde, an Zeit, auch die Kügelchen aus typischen Proteusculturen auf ihre Widerstandsfähigkeit zu prüfen. Es muss daher dahingestellt bleiben, ob die Kügelchen meiner Vibrioform wirklich hinfälliger sind als jene, oder ob Finkler-Prior ihre Austrocknungsversuche nicht mit zu dicken, dem völligen Austrocknen hinderlichen Schichten angestellt haben.

Ueberblicken wir die vorstehende Beschreibung, so finden wir, dass sich die neue Vibrioform insbesondere durch ihr Verhalten auf Nährgelatine so wesentlich von dem Vibrio Proteus unterscheidet, dass man sie nach dem bisherigen Usus sofort als eine neue, bisher unbekannte Art hätte ansprechen müssen. Hervorgehoben sei auch, dass die erwähnten Wachsthumseigenthümlichkeiten während der über nahezu 4 Monate sich erstreckenden Untersuchung — wenn wir von unwesentlichen Modificationen

in bestimmten, später zu besprechenden Versuchen absehen — unverändert dieselben blieben.

Es war aber doch höchst merkwürdig, dass diese Vibrioart, die bei den Hunderten gleichzeitig angelegter anderer Culturen niemals beobachtet worden war, gerade in einer Vibrionencultur als Verunreinigung aufgetreten sein sollte. Es waren noch zwei andere Proteusculturen vorhanden, ungefähr von demselben Alter wie die, aus der die neue Form gezüchtet worden war; beide ebenfalls ursprünglich sicher rein und von Plattencolonien abgeimpft, jede von einer anderen Generation abstammend. Das Nächstliegende war, auch diese beiden Culturen auf das Vorhandensein der neuen Form zu untersuchen.

In der That wurde auch in diesen beiden, von denen die eine 375, die zweite 365 Tage alt war, dieselbe Form mit allen ihren Merkmalen neben typischem Proteus aufgefunden. Jetzt konnte man sich dem Gedanken nicht mehr entziehen, dass die beiden Formen in genetischem Zusammenhange stünden, dass man in der neuen Form eine Variationserscheinung des Proteus vor sich habe. Es schien, dass das lange Stehen der Cultur bei mangelndem Nährmateriale ihr Auftreten bedingt habe. Es wurden daher zu verschiedenen Zeiten Reihen von Gelatine-Sticheulturen angelegt, die ausnahmslos von typischen Plattencolonien des Proteus abgeimpft wurden. Von jeder Ausgangscolonie wurden gleichzeitig neue Platten angefertigt und so ihre absolute Reinheit sichergestellt. Von Zeit zu Zeit wurden nun aus diesen Stichculturen Gelatineplatten-Aussaaten gemacht und die Platten aufs Sorgfältigste nach Colonien des neuen Vibrio durchsucht. Es wurde dabei stets so verfahren, dass eine Platinöse voll der gut durchgeschüttelten Cultur in 10 ccm Fleischbrühe verbracht, daraus 2 Oesen voll in ein Gelatineröhrchen, aus diesen 6 Oesen in ein zweites Gelatineröhrchen übertragen wurden. Die Platte 1. Verdünnung, auf der die Keime zu dicht gestanden hätten, entfiel daher. Die Vertheilung auf den Platten 2. und 3. Verdünnung war in fast allen Fällen sehr günstig.

Diese Versuche bereiteten mir eine neue Ueberraschung. Bei Aussaat aus den Proteus-Stichculturen, die nur 14 Tage und

3 Wochen lang gestanden hatten, erhielt man ausschliesslich typische Proteuscolonien. Als man aber aus älteren Culturen aussäete, erschien neben Proteus eine neue, bisher unbekannte Colonienform. Zum ersten Male wurde sie aus einer 54 Tage alten Cultur erhalten, die — nebenbei bemerkt — auch schon die vorhin beschriebenen Colonien lieferte.

Ich will diese Form, weil sie, wie sich bald herausstellte, die erste fixirbare Colonien-Variation des Proteus ist,

Vibrio I

nennen, obwohl ich ihre Bekanntschaft später als die des erstbeschriebenen, der weiterhin Vibrio II benannt werden soll, machte. Ich will sofort an ihre Beschreibung gehen.

Die 24 stündigen Colonien dieser Form auf Nährgelatine haben einen zart gewellten Rand, warzig höckerige Oberfläche und sind schon in diesem Alter bräunlich tingirt. Ihr Durchmesser beträgt 30 bis 40 μ. Die oberflächlich gelegenen besitzen bereits eine kleine Verflüssigungsstelle.

Nach 2 $\times$ 24 Stunden aber erkennt man bei 100 facher Vergrösserung die in einem ziemlich tiefen Verflüssigungstrichter mit klarer Flüssigkeit liegenden Colonien als im durchfallenden Licht braune gleichmässig fein granulirte 380 bis 500 μ grosse, grobe Rundbuckel und Höcker bildende Massen. Der Contour ist äusserst unregelmässig; die tiefliegenden unterscheiden sich von den oberflächlichen nur durch ihren geringen Durchmesser und die compactere Form. Abgesehen vom allgemeinen Contour ist die Oberfläche eines jeden Knotens und Buckels glatt.

Nach 3 $\times$ 24 und 4 $\times$ 24 Stunden sind die oberflächlichen Colonien ca. 800 bis 1000 μ gross und haben einen den 3- bis 4 fachen Durchmesser haltenden Verflüssigungshof. Im Centrum liegt eine braune Bacterienmasse, welche der Form und Grösse nach den 24- bis 48 stündigen Colonien entspricht. In die klare Flüssigkeit sind mannigfach gefaltete, sehr dünne Membranen hinausgeschoben. Diese hinausgeschobenen Flächen rücken an der Peripherie des Verflüssigungshofes zu dichteren Massen zusammen und so erscheint im optischen Querschnitt die centrale Colonienmasse durch einzelne Brücken und Bänder mit der

peripheren Ringpartie verbunden. Es bietet dadurch die Colonie in diesem Alter ein eigenthümlich zerfressenes Aussehen dar. Unter Umständen bildet sich bei einzelnen 4 bis 6 Tage alten Colonien um die centrale Masse eine Trübung der Flüssigkeit in Gestalt eines graulich weissen Hofes aus, welcher nicht den Rand der Verflüssigungszone erreicht. Davon jedoch später. Bei den tiefliegenden lässt sich auch dieses regelmässige Hinausschieben nicht erkennen, in der Verflüssigungszone sind jedoch einzelne von der centralen Masse abgetrennte Partikel suspendirt, und diese ordnen sich in einer Kreiszone an, welche ungefähr in der Mitte zwischen Coloniencentrum und Peripherie des Verflüssigungshofes liegt.

Die mikroskopischen Individuen sind bei den 1 bis 2 Tage alten Colonien dieselben an Länge und Dicke variirenden Stäbchen wie in den früher beschriebenen und besitzen ebensowenig Bewegung wie diese. Am dritten Tage erscheinen schon zahlreiche Komma- und **S**-Formen, welche sich von den Vibrionen der typischen Proteuscolonien nicht unterscheiden lassen; ferner auch so wie dort Spiralen von 30 bis 40 μ Länge bei ca. 1 μ Dicke. In alten ausgebreiteten Colonien sind fast nur Kommas von Schraubenfäden zu finden, selten Stäbchen. Die Kommas alter Colonien zeigen im hängenden Wassertropfen nach einiger Zeit Bewegung, jedoch bei weitem nicht so lebhaft wie Vibrio Proteus.

Gelatinestichculturen von Vibrio Proteus und Vibrio I sind nicht zu differenciren. Ausser dem ein wenig langsameren Wachsthum des Vibrio I und einem nach 24 Stunden gebildeten seichten Verdunstungstrichter verhielten sich diese Culturen wie Proteusculturen. Nach 2 $\times$ 24 Stunden war längs des ganzen Impfstriches Verflüssigung eingetreten, die älteren Colonien hatten das spitzconische oder strumpfförmige Aussehen, die trübe Flüssigkeit, die zusammengeballten Vibrionenmassen in der Tiefe. Nach 14 Tagen bis 3 Wochen war die ganze Gelatine verflüssigt, im allgemeinen trat dieses später als bei gleich alten Proteusculturen ein.

Die mikroskopischen Individuen zeigen Komma- und **S**-Form, ebenfalls von denen der Proteusculturen nicht zu

unterscheiden, dann häufig steilgewundene Schrauben von 2 bis 4 Umgängen. Die Bewegung im hängenden Wassertropfen war unmittelbar nach der Entnahme träge, später (nach ca. 10 Minuten) wurde sie lebhafter.

Strichculturen auf Nähragar verhielten sich wesentlich wie bei Vibrio Proteus. Nach 24 Stunden war die Oberfläche des Nährbodens mit einem weissen Häutchen überzogen. Mikroskopisch erwies sich dieses aus kleinen, ziemlich gleichmässig gekrümmten Vibrionen von 0,4 bis 0,6 μ Dicke, 1,5 bis 3 μ Länge, darunter auch Schrauben mit 3 bis 4 Umgängen bei 30 μ und mehr Länge zusammengesetzt. Die Individuen waren schlecht färbbar, und am 4. Tage schon beobachtete ich das Auftreten von »Polkügelchen«.

Auch auf Kartoffeln übereinstimmendes Verhalten. Nach 5 bis 6 Tagen im Brutofen längs der Impfstriche gelbliche, glänzende Bänder, die sich endlich zu 2 bis 3 mm breiten, gelbbräunlichen, kleisterartigen Belegen auswachsen, während in der Umgebung die Kartoffel weisslich verfärbt wird. Auch hier Vergallertung der Membranen, Schleimbildung beim Anrühren mit Wasser. Quellung und Degeneration des Plasmaleibes.

In Fleischbrühe wächst Vibrio I sehr energisch. In 8 Stunden sind schon lange Spiralen und Kommas in grosser Zahl entwickelt. Eine Differenz in den Wuchsformen mit Vibrio Proteus, ausgenommen eine zeitliche (frühere Spiralenbildung) ist nicht erkenntlich. Wenn der Nährboden erschöpft zu werden beginnt, treten, nachdem die Spiralen alle in Komma- und **S**-Formen zerfallen sind, Polkügelchen auf. Auch hier deuten gewisse Wahrnehmungen auf einen Aufbau aus mehreren, meist 4 Zellen hin.

Es ergibt sich somit, dass zwar die Form der Colonien des Vibrio I auf Nährgelatineplatten in hohem Maasse von jenen der typischen Art verschieden ist, dass aber dieser Vibrio I in allen anderen Stücken sich fast identisch mit dem typischen Proteus erweist.

Es war daher von vorneherein höchst wahrscheinlich, dass diese Form aus dem typischen Proteus hervorgegangen sei.

Eine Bestätigung dieser Ansicht brachte zunächst die fortgesetzte Untersuchung der oben erwähnten Gelatine-Stichculturen. Nach 33 tägigem Stehen bereits erhielt man einmal aus einer solchen Cultur neben den typischen Proteuscolonien solche der Form I.

Zur Erläuterung des ganzen Verfahrens diene ein Auszug aus dem einschlägigen Protokoll:

3. Jan. 1887.	Gelatine-Stichcultur von Vibrio Proteus.
5. Jan.	Plattenaussaat ergibt Reincultur von Proteus.
9. Jan.	3 Gelatinestichculturen von obiger Platte abgeimpft (1., 2., 3. Röhrchen).
15. Jan.	Die 3 Röhrchen controlirt durch Aussaat: Reinculturen.
11. Febr.	(Nach 33 Tagen) Aussaat vom 1. Röhrchen
	auf Platte 3: 6 Vibrio Proteus[1])-Col.
	5 „ I-Col.
1. März	(Nach 46 Tagen) Aussaat vom 2. Röhrchen
	auf Platte 3: 28 Vibrio Proteus-Col.
	4 „ I-Col.
	2 „ II-Col.
7. März	(Nach 53 Tagen) Aussaat vom 1. Röhrchen
	auf Platte 2: 678 Vibrio Proteus-Col.
	105 „ I-Col.
11. März	(Nach 57 Tagen) Aussaat vom 3. Röhrchen)
	auf Platte 3: 22 Vibrio Proteus-Col.
	2 „ I-Col.

Da ich in zahlreichen weiteren Parallelversuchen immer wieder[2]), aus ursprünglichen Proteus-Reinculturen die Form I erhielt, so ist es unzweifelhaft, dass sie aus dem Proteus hervorgeht[3]). Der Beweis dafür wurde dadurch geschlossen, dass es nicht allzu schwierig gelang, den Vibrio I wieder in typischen Proteus zurückzuführen, wenn es auch niemals gelang, die Umwandlung in der einen und anderen Richtung zu einer vollständigen zu machen. Dass die Form I ziemlich labil sei, ergab sich bald bei Plattenaussaaten aus ihren Stichculturen. Wurden sie nach ca. 14 Tagen vorgenommen, so erhielt man stets neben

---

1) Gezählt wurde in der Regel auf der dritten Platte, war jedoch dort ein zu ungünstiges Verhältnis, dann wenn möglich auf der zweiten Platte.

2) Mit wenigen Ausnahmen, bei denen sogleich Vibrio II auftrat. Siehe weiter unten.

3) Zeitmangel verhinderte mich, die zur Ausbildung des Vibrio I erforderliche Minimalzeit zu ermitteln.

den Vibrio I-Colonien solche des Proteus, während innerhalb der ersten 8 Tage stets nur Colonien der Form I erhalten wurden. Da die Erscheinung immer wieder auftrat, war an eine zufällige Verunreinigung mit Proteus nicht zu denken.

Es ergab sich dann weiter, dass in solchen älteren Stichculturen des Vibrio I, die Vibrio I- und die Proteus-Keime nicht gleichmässig vertheilt sind. Proben aus der, auf der Oberfläche der verflüssigten Gelatine gebildeten Decke enthielten stets weit zahlreichere Proteuskeime als solche aus der Tiefe des Röhrchens. So lieferte eine Aussaat aus der Haut einer 31 Tage alten Vibrio I-Cultur nur Proteuscolonien, eine gleichzeitige aus der Tiefe aber ein Gemisch beider Formen.

3. Jan. 1887. Gel.-St.-C. des V. I von Platte.
5. Jan. Plattenaussaat von obiger Gel.-St.-C.: Reincultur des V. I
7. Jan. 2 Gel.-St.-C. von Platte vom 5. Jan. 1887 (1. und 2. Röhrchen).
20. Jan. (Nach 13 Tagen) Aussaat vom 1. Röhrchen
auf Platte 3: 15 V. Proteus-Col.
84 V. I-Col.
20. Febr. (Nach 44 Tagen) Aussaat vom 1. Röhrchen
auf Platte 3: 12 V. Proteus-Col.
8 V. I-Col.
17. März. (Nach 69 Tagen) Aussaat vom 2. Röhrchen
auf Platte 3: 6 V. Proteus-Col.
9 V. I-Col.

---

22. Jan. Gel.-St.-C. von V. I von Platte am 20. Jan. 1887.
25. Jan. Aussaat von obiger Gel.-St.-C.: Reincultur.
8. Febr. (Nach 17 Tagen) Aussaat von der Haut an der Wand des Glases
auf Platte 3: 135 V. Proteus-Col.
6 V. I-Col.
22. Febr. (Nach 31 Tagen). Aussaat vom selben Röhrchen:
A. Oberflächliche Haut:
auf Platte 2 und 3 nur Proteus-Col. (über 200 Proteus-Col. auf Platte 3).
B. Aus der Tiefe:
auf Platte 3: 11 V. Proteus-Col.
14 V. I-Col.

Auch in anderen Culturen wurden ähnliche, wenn auch nicht so grosse Zahlenunterschiede zwischen Decke und Bodensatz constatirt. Es deutete dies darauf hin, dass der Zutritt des Sauerstoffes die Rückführung des Vibrio I in Proteus begünstige.

Da der Vibrio I auf Nähragar nur oberflächlich wächst, daher reichliche Sauerstoffzufuhr erhält, so schien die Cultur auf diesem Boden die Möglichkeit zu bieten, alle Individuen ausnahmslos wieder in Vibrio Proteus zurückzuführen. Eine Strichcultur im Agarröhrchen direct von der Platte abgeimpft, blieb 6 Tage im Brutofen und nach dieser Zeit wurden davon Aussaaten gemacht. Auf Platte 2 fanden sich 337 Colonien, davon aber nur 142 des Vibrio Proteus. 195 gehörten dem Vibrio I an. Um ja sicher zu gehen, wurden alle diese Colonien bei 100facher Vergrösserung gezählt und controlirt. Dabei machte ich nun eine andere Beobachtung.

Am 3. Tage zählte ich 195 gut erkennbare Vibrio I-Colonien, am 4. Tage aber wiesen nur mehr 159 die typischen Charaktere auf, die anderen hatten ihr Aussehen soweit verändert, dass die Diagnose nicht mehr mit Sicherheit zu stellen war. Bei so zahlreichen Colonien auf einer Platte war es nun unmöglich, jede einzelne in ihrer Entwickelung zu verfolgen, aber auf Platten, welche 20 bis 30 Colonien enthielten, konnte ich in der Folge beobachten, dass Colonien, welche in den ersten 3 Tagen völlig das Aussehen der Vibrio I-Colonien hatten, mit allen vorhin beschriebenen Eigenschaften am 4. Tage einen trüben Hof bekamen. Dieser Hof erreichte am 5. Tage den Rand der Verflüssigungszone. Die Flüssigkeit war nun trübe, und von nun an wäre die Colonie von einer typischen Vibrio Proteus-Colonie nicht zu differenziren gewesen, hätte sich nicht eine festere, centrale Masse erhalten, welche ja bei echten V. Proteus-Colonien nicht vorhanden ist. Die Aehnlichkeit ging so weit, dass auch endlich die für ältere Vibrio Proteus-Colonien charakteristische Marmorirung auftrat.

Um in dieser Angelegenheit klarer sehen zu können, wurde nun die Rückführung des Vibrio I in Vibrio Proteus auf die Weise versucht, dass ich ihn von Platte auf Platte übersäete, und dem Vibrio so immer Luft und Nahrung in reichem Maasse zuführte. Dabei hatte ich noch den grossen Vortheil, unanfechtbare Reinculturen vor mir zu haben. Anfangs wurde jeden 3. Tag eine charakteristische Vibrio I-Colonie

auf der vorhandenen Platte ausgewählt und nun davon wieder ausgesäet. Auf diesem Wege erhielt man aber immer und immer nur Colonien des Vibrio I. So war also nicht zum Ziele zu gelangen. Es stellte sich heraus, dass man der einzelnen Colonie längere Zeit zur Entwickelung lassen musste.

Liess man nämlich die Platten 4, 6 und 8 Tage stehen, bevor man Neuaussaaten davon anlegte, so fingen zuerst wenige, dann, je öfter man die Uebertragungen vornahm, desto zahlreichere Colonien an, einen trüben Hof zu bilden.

Säete man nun von solchen behoften Colonien aus, so erhielt man auf den neuen Platten neben den Colonien der Form I typische von Proteus. Je länger man die behoften Colonien sich selbst überliess, bevor man daraus aussäete (bis zu 10 Tagen), desto zahlreicher wurden in ihnen verhältnismässig die ächten Proteuskeime.

Ein Versuchsprotokoll möge den Hergang verdeutlichen.

1. März 1887.	Aussaat aus einer 4 Tage alten V. I-Col.
3. März.	Auf den Platten vom 1. März 1887 ausschliesslich V. I-Col. Neuaussaat (nach 3 Tagen).
8. März.	Auf Platte 3 vom 3. März 1887: 120 V. I-Col. (alle typisch). Neuaussaat (nach 5 Tagen).
15. März.	Auf Platte 3 vom 8. März 1887: 200 V. I-Col. (alle typisch). Neuaussaat (nach 7 Tagen).
22. März.	Auf Platte vom 15. März 1887: zahlreiche V. I-Col.; davon hatten ca 20 nach 3 Tagen einen trüben Hof gebildet. Neuanssaat aus typischer I-Col. (nach 7 Tagen).
24. März.	Auf Platte 3 vom 22. März: 37 typische V. I-Col.
25. März.	2 davon zeigen einen trüben Hof.
28. März.	Alle Colonien besitzen trüben Hof. Neuaussaat aus behofter Colonie (nach 6 Tagen).
31. März.	Auf Platte 3 vom 28. März: 84 typische Proteus-Col., 24 Vibrio I-Col.
1. April.	Nur mehr 18 typische V. I-Col. 6 bereits mit trübem Hofe versehen. Neuanssaat aus einer der 18 typischen V. I-Col. (nach 4 Tagen).
3. April.	Auf Platte 3 vom 1. April. 25 typische V. I-Col.
4. April.	Eine davon zeigt trüben Hof.
5. April.	3 Colonien besitzen trüben Hof.
6. April.	Alle Colonien haben trüben Hof. Die 3 zuerst veränderten sehen nun ganz proteusartig aus mit Ausnahme der compacten Centralmasse

u. s. w.

Eine Umwandlung aller Individuen in ächten Proteus erreichte ich allerdings nie. Das Wiederauftreten des Proteus in den einzelnen, ursprünglich typischen Vibrio I-Colonien beseitigt aber wohl jeden Zweifel an der Zusammengehörigkeit der beiden Formen.

Ihre ganze Verschiedenheit scheint ja überhaupt sehr geringfügig zu sein. Die ganze, so auffällige Verschiedenheit der Colonienform scheint lediglich vom Mangel der Eigenbewegung der Vibrio I-Form herzurühren, ein Mangel, der ja durch die Beobachtung im hängenden Tropfen direct constatirt worden ist. Der Verlust der Eigenbewegung ist vielleicht durch den Sauerstoffmangel im Bodensatze der alten Culturen bedingt. Reichlicher Sauerstoffzutritt zum verflüssigten, in seiner Nährfähigkeit vielleicht schon etwas herabgesetzten Substrat, scheint den geschwächten Keimen die Bewegungsfähigkeit wieder zu ertheilen (darauf deutet die Bildung des trüben Hofes in der verflüssigten Gelatine hin), und die wieder erworbene Fähigkeit wird unter günstigen Bedingungen auf die Nachkömmlinge weiter übertragen.

Dieselben Gelatine-Stichculturen, welche zur Auffindung der Variationsform I des Proteus geführt und gelehrt hatten, dass das Auftreten dieser Form ein nahezu constantes Vorkommnis in älteren Proteusculturen ist, beweisen weiterhin die Zugehörigkeit auch des weit differenteren Vibrio II zum Proteus. Auch diese Form tritt regelmässig in alten Gelatineculturen dieser Art auf, es ist zu ihrer Bildung nur längere Zeit erforderlich.

Schon in dem, auf S. 384 abgedruckten Protokolle findet sich die Angabe, dass auf einer aus der ursprünglich sicher reinen Proteuscultur nach 46 Tagen ausgesäeten Platte neben Colonien der Form I auch 2 Colonien des Vibrio II aufgefunden wurden. Dasselbe Resultat wurde oft erhalten. Zuerst entsteht die Form I, später tritt neben ihr auch die Form II auf.

Manchmal tritt aber in den Proteus-Culturen, wenn sie genügend lange Zeit gestanden haben, auch sofort die Form II auf, ohne dass die Form I zur Beobachtung gekommen wäre. Die Ursache davon vermochte ich nicht aufzufinden. Auf einen derartigen Fall bezieht sich das nachfolgende Protokoll:

30. Nov. 1886. Proteus-Gel.-St.-C. von Platten.
14. Dec. Plattenaussaat davon gibt Reinaussaat der V. Proteus.
17. Jan. 1887. (48 Tage) Plattenaussaat von obiger Cultur
auf Platte 3: 34 V. Proteus-Col.
3 V. II-Col.
11. Febr. (73 Tage) Plattenaussaat von derselben Cultur
auf Platte 3: 176 V. Proteus-Col.
54 V. II-Col.
4. März. (94 Tage) Plattenaussaat von derselben Cultur
auf Platte 3: 22 V. Proteus-Col.
61 V. II-Col.

In Procenten ausgedrückt waren also nach 14 Tagen 0 %, nach 48 Tagen 8,1 %, nach 73 Tagen 23,5 % und nach 94 Tagen 73,5 % Vibrio II-Keime in der ursprünglichen Proteus-Cultur gebildet. Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, dass dieses nicht das einzige Beispiel der Umwandlung ist, das mir zu Gebote steht. Die Erscheinung war allgemein.

Aber nicht allein aus ursprünglichen Proteus-Culturen, sondern auch aus Vibrio I-Culturen wurde nach längerem Stehen die Form II erhalten. Bei dem erwiesenen genetischen Zusammenhang der beiden ersteren ist dies auch nicht weiter verwunderlich.

Protokollauszug:

7. Jan. 1887. 2 Gel.-St.-C. des V. I von Platte vom 5. Jan. (1. u. 2. Röhrchen).
4. März. (56 Tage) Plattenaussaat aus dem 2. Röhrchen
auf Platte 2: unter ca. 1000 V. Proteus-Col. und V. I-Col.
2 V. II-Col.
auf Platte 3: 26 V. Proteus-Col.
6 V. I-Col.
12. März. (67 Tage) Plattenaussaat aus dem 1. Röhrchen
auf Platte 2: unter ca. 1500 V Proteus-Col. und V. I-Col.
5 V. II-Col.
auf Platte 3: 6 V. Proteus-Col.
7 V. I-Col.

In dem Fall, wo nur einzelne Vibrio II-Colonien unter so vielen anderen eingestreut waren, wäre an eine zufällige Einsaat in die Vibrio I-Culturen leicht zu denken gewesen. Doch beseitigten weitere Nachforschungen diese Zweifel.

18. Jan. 1887. Gel.-St.-C. des Vibrio I von Platte.
31. März. (72 Tage) Plattenaussaat aus obiger Gel.-St.-C.
Auf Platte 3: 160 V. Proteus-Col.
157 V. II-Col.
keine V. I-Col.

22. Jan. 1887. Gel.-St-C. des Vibrio I von Platte.
29. März. (66 Tage) Plattenaussaat daraus.
A. Hautdecke
auf Platte 3: 248 V. Proteus-Col.
18 V. II-Col.
B. Bodensatz in der Tiefe
auf Platte 3: 10 V. Proteus-Col.
7 V. II-Col.
In beiden Fällen keine V. I-Col.

In diesen beiden Culturen und noch mehreren anderen war nach ca. 70 Tagen keine Spur von der eingeimpften Form zu finden. Die Entwickelung war gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung gegangen. Ein Theil der Keime hatte die alte Vollkraft wieder erlangt, ein anderer eine weitere Verminderung seiner Entwickelungsfähigkeit erfahren. Denn darum handelt es sich ohne Zweifel auch beim Entstehen des Vibrio II.

Wenn man bedenkt, wie verschiedenartig sich die Lebensbedingungen in verschiedenen Regionen einer Reagenzglas-Cultur gestalten können, wird man aus dem gleichzeitigen Ablauf zweier entgegengesetzter Entwickelungen in ihnen keine Bedenken gegen die Richtigkeit meiner Angaben schöpfen.

Das regelmässige, ja ausnahmslose Auftreten des Vibrio II in sicheren Reinculturen des Vibrio Proteus wurde von mir in so zahlreichen Parallelversuchen festgestellt, dass ich auch über die Abkunft dieser Form vom Proteus nicht die geringsten Zweifel hege, obwohl mir ihre Rückführung in Proteus oder Vibrio I nicht gelungen ist. Einmal ausgebildet, besitzt sie eine beträchtliche Stabilität, durch welche sie nur um so bemerkenswerther wird.

Es wurden jüngere und ältere Gelatine-Stichculturen, wochenlang bebrütete Fleischbrühculturen, Culturen auf Agar und auf Kartoffeln ausgesäet, stets erhielt ich wieder Platten, die als einzige Colonieform den Vibrio II aufwiesen. Es wurden nun Fleischbrühculturen in Erlenmeyer'schen Kölbchen von 4 zu 4, zuletzt von 2 zu 2 Tagen erneuert. Die eine Reihe wurde bei 37°, die andere im Wärmekasten bei ca. 20 bis 21° gehalten. In keinem Falle wurde ein befriedigender Erfolg erzielt. Das einzige, was ich dabei erreichte, war folgendes.

Nach 8 maliger Ueberimpfung in immer frische Fleischbrühe erhielt ich Colonien des Vibrio II, welche sich während der ersten 48 Stunden in nichts von den typischen, vorhin beschriebenen, unterschieden, als durch ihr etwas rascheres Wachsthum, in späteren Stadien aber dadurch, dass die verflüssigte Gelatine etwas trübe wurde, die Schleifen schneller zerrissen und ihre Bruchstücke sich im Verflüssigungshofe ringförmig anordneten. Die mikroskopische Wuchsform war unverändert dieselbe geblieben. Auch die von solchen Colonien abgeimpften Stichculturen zeigten etwas raschere Entwickelung und schwache Trübung der Verflüssigungszone, im übrigen waren sie aber unverändert: der tiefe Verdunstungstrichter noch vorhanden u. s. w.

Mit den beiden bisher beschriebenen waren die Variationsformen in alten Proteus-Culturen noch keineswegs erschöpft. Als die Culturen, von denen diese Untersuchung ihren Ausgang genommen hatte, noch älter geworden waren, erhielt man aus ihnen eine 3. neue Colonienform, die nun auch abweichende, mikroskopische Wuchsformen aufwies. Sie sei

Vibrio III

benannt. Ueber den Zeitpunkt ihres Auftretens enthalten die beiden folgenden Protokolle das Nähere.

5. Dec. 1885. Gel.-St.-C. des V. Proteus.
8. Nov. 1886. (338 Tage) Plattenaussaat von obiger Gel.-St.-C.
    1. V. Proteus-Col.
    2. V. II-Col. (erste Auffindung).
14. Dec. (375 Tage) Plattenaussaat von derselben Gel.-St.-C.
    1. V. Proteus-Col.
    2. V. II-Col.
    3. V. III-Col. (erste Auffindung).
25. März 1887. (476 Tage) Plattenaussaat von derselben Gel.-St.-C.
    1. V. Proteus-Col.
    2. V. III-Col.
    (Kein V. II auf den Platten).

---

17. Jan. 1886 Gel.-St.-C. des V. Proteus.
16. Jan. 1887. (365 Tage) Aussaat von obiger Gel.-St.-C.
    1. V. Proteus-Col.
    2. V. II-Col.

27. Febr. 1887. (435 Tage) Aussaat von derselben Gel.-St.-C.
1. V. II-Col.
2. V. III-Col.
(Keine Proteus-Col.)

In allen anderen viel jüngeren Culturen wurde vergeblich nach dieser Form gesucht. Es ist also längeres als einjähriges Stehen der Culturen für die Ausbildung dieser Form erforderlich. Sehr auffallend ist, dass in dem 476 Tage alten Röhrchen sich noch im allgemeinen typischer Proteus erhalten hatte. Allerdings war sein Wachsthum sehr verlangsamt. Ueberhaupt muss bemerkt werden, dass die beiden Culturen dem völligen Absterben nahe waren. Die Zahl der lebenden Keime war besonders in dem einen Röhrchen schon auf ein Minimum herabgesunken. Auf der Platte 2. Verdünnung erhielt ich, statt wie sonst 1000 bis 3000, nur 9 Colonien, auf der 3. Verdünnung selbstverständlich keine einzige. Diesen Umständen gemäss zeigt denn auch Vibrio III deutliche Symptome von Lebensschwäche.

Die Entwickelung auf G e l a t i n e p l a t t e n ist äusserst langsam. Nach 2 × 24 Stunden sind kleine ca. 270 μ im Durchmesser haltende, glattrandige Colonien von grobkrümeligen, oberflächlich grubigen Ansehen zu beobachten. Nach 3 × 24 Stunden haben die tiefliegenden einen feingezähnelten Rand und im durchfallenden Licht b r ä u n l i c h e Farbe; die oberflächlichen sind grösser, ca. 0,8 bis 1,5 mm im Durchmesser, haben einen dunklen, braunen, centralen Kern, um welchen herum eine breite, helle Ringzone sich findet, der periphere Contour ist wieder etwas bräunlich. Die ganze Colonie besteht aus einem äusserst wirren N e t z w e r k von Fasern und Schleifen ähnlich jenen des Vibrio II, jedoch bedeutend zarter. Auffallend ist ferner, dass vom Rande der Colonie S t r ä n g e i n r a d i a l e r Richtung 70 bis 100 μ weit in die Verflüssigungszone hineinragen, so dass die sonst ziemlich regelmässig contourirte Colonie wie mit einem S t r a h l e n k r a n z umgeben aussieht.

Bei dem langsamen Wachsthum bildet sich, da auch die Verflüssigung nicht energisch ist, ein sehr tiefer Verdunstungstrichter. Bei auffallendem Lichte sind die in der Tiefe dieses Trichters

liegenden Colonien des Vibrio III von jenen des ihm sehr ähnlichen Vibrio II schon mit freiem Auge oder mit der Lupe an ihrer Farbe zu unterscheiden. Während Vibrio II gelblichweiss erscheint, sind die Colonien des Vibrio III rein weiss oder mehr bläulich weiss.

Im Verlaufe der weiteren Entwickelung der Colonien ändert sich deren äusseres Ansehen sehr wenig, mit der fortschreitenden Verflüssigung der Gelatine treten die Fasern und Schleifen immer weiter auseinander, das Netzwerk wird grossmaschiger, endlich reissen Partikel davon ab und bleiben in der Flüssigkeit suspendirt, so dass dadurch dieselbe etwas trübe erscheint.

So wenig abweichend im Grossen und Ganzen diese Colonienform von der des Vibrio II ist, um so grösser ist die Differenz der mikroskopischen Wuchsformen. Es sind dies 5 bis 150 μ, der Hauptsache nach aber 8 bis 12 μ lange, 0,8 bis 1,0 μ dicke, in der Regel **S**-förmig aber auch Komma- und hufeisenförmig gekrümmte Vibrionen. Besonders auffallend sind die nicht seltenen, zum Ring geschlossenen und darüber hinaus gebogenen (**8**) Formen. Im hängenden Wassertropfen liessen erst nach 10 Minuten langem Stehen einzelne Individuen Bewegung erkennen.

Die langen Spiralen waren theilweise regelmässig flach und steil gewunden, oft aber nur gekrümmt und geschlängelt. Es wechselte dies an ein und derselben Schraube gerade so wie deren Dicke. Peitschenschnurförmige Spiralen, deren Dicke an einem Ende auf das Doppelte des anderen stieg, waren nicht selten; auch geisselförmige in einer Ebene spiralig eingerollte[1]) Formen kamen vor.

Gelatinestichculturen dieses Vibrio, verglichen mit gleichzeitigen des Vibrio II, liessen denselben tiefen Verdunstungstrichter, die langsame Verflüssigung, welche nach oben zu intensiver, nach unten zu immer schwächer wurde, erkennen. Die Flüssigkeit war jedoch schwach trübe; die Vibrionen, welche jenen von der Platte vollkommen gleich waren, liessen eine, wenn auch nicht lebhafte, Beweglichkeit im hängenden Tropfen erkennen.

1) Vielleicht nur infolge der Präparation zusammengedrückte, äusserst flach gewundene Spiralen.

Stichculturen auf Agar hatten im Brütkasten nach 3 Tagen zu beiden Seiten des Impfstriches einen ca. 4 mm breiten, unregelmässig contourirten weisslichen Belag gebildet, der sich in der Folge wenig verbreiterte Mikroskopisch waren Vibrionen von demselben Habitus wie die oben beschriebenen zu beobachten, jedoch mit etwas kleineren Dimensionen, 0,5 bis 0,7 μ dick, 7 bis 10 μ lang.

Nach 3 Wochen abermals untersucht, liess dieselbe Colonie die eingetretene Degeneration erkennen. Das Bild derselben entsprach völlig dem bei den anderen Formen. Es war aber auch eine grosse Menge von Arthrosporen im Präparat erkennbar, die mit ihren gequollenen Membranresten aneinandergeklebt das Bild einer Kokkenzoogloea vortäuschten.

Wiederholte Versuche, diesen Vibrio auf den alten Kartoffeln zu züchten, misslangen, es mag daran wohl das Material Schuld sein, vielleicht aber auch die geringe Lebenskraft des Vibrio selbst.

Bemerkenswerth sind die Wuchsformen in Fleischbrühe. Nach 2 × 24 Stunden bei Zimmertemperatur ist die Flüssigkeit stark getrübt und die Trübung zeigt beim Umschütteln eigenthümlichen Seidenglanz. Mikroskopisch findet man sehr lange Spiralen (von 200 μ Länge und weit darüber) mit sehr lebhafter Eigenbewegung. Diese Spiralen besitzen an allen Stellen ziemlich gleiche Dicke (0,8 μ), sind unregelmässig gewunden, stellenweise fast gerade, dann wieder sehr flach geschraubt, an manchen Stellen Knäuel bildend. Durch ihren Zerfall entstehen die 8 bis 10 μ langen Kommas und **S**-Formen, wie sie auch auf den Gelatineplatten zu sehen sind. — Schon nach 3 × 24 Stunden treten eigenthümliche Involutionsformen auf, die dadurch Interesse bieten, weil sie die Analoga der Ferran'schen Körperchen des Choleravibrio sind.

Zwischen den Spiralen und Kommas sieht man dann grosse, feinkrümelige Plasmakugeln mit 5 bis 7 μ Durchmesser herumschwimmen. Meist besitzen sie gegen das Centrum hin stärkere Körnung. Eine distincte Membran ist nicht wahrnehmbar. Häufig scheinen sie ganz isolirt zu sein, bei genauerem Zusehen findet

man aber an jeder solchen Kugel an ein oder zwei Stellen die Reste des Kommas, aus dem sie entstanden ist. In der Regel sitzt die Kugel an deutlich erkennbaren Spiralfäden oder Kommas auf, entweder am Ende oder an irgend einer Stelle im Verlaufe. Im letzteren Falle ist dann der Faden stets an dieser Stelle abgeknickt. Die Kugel schwimmt bei der Bewegung im hängenden Tropfen immer voran, wie es scheint, von den lebhaft rotirenden Fadenanhängen geschoben.

Sehr oft beobachtete ich, dass der Vibrio in seiner ganzen Ausdehnung bis knapp vor die Kugel geschrumpft war, als hätte er zur Bildung derselben seinen ganzen plasmatischen Inhalt hergeben müssen. Insbesondere schön sah man letzteres, wenn man auf dem Deckglas die Vibrionen in dem noch nicht ganz eingetrockneten Präparat mit einem Tropfen Sublimatlösung oder Osmiumsäure rasch tödtete und fixirte und dann mit Rubin färbte. Die Plasmakugeln blieben dann zum grössten Theile erhalten (während sie beim einfachen Antrocknen zu Grunde gehen) und färbten sich gut, besonders zahlreiche Körnchen im Centrum derselben, der anhangende Schraubenrest war deutlichst geschrumpft und als Inhalt der Membran waren nur einige stark färbbare Körnchen zu bemerken.

Die Entstehung dieser Gebilde zu verfolgen, mangelte die Zeit. Ich möchte aber bemerken, dass die Bilder sehr häufig den Eindruck machten, als entstünden die Plasmakugeln durch Verschmelzung der eine Schlinge oder einen Knoten bildenden Fadentheile. Sehr häufig sieht man bei den oben erwähnten Ringen das Innere mit gequollener, plasmatischer Masse ausgefüllt. Ebenso häufig konnte man an den grossen Plasmakugeln einen ringförmigen, stärker färbbaren Wulst oder auch einen, die Oberfläche schraubenartig in ein und mehreren Umgängen umziehenden Wulst erkennen. Sicher ist auch, dass die oben erwähnten Schlingen am zweiten Tage häufig sind, vom 3. Tage an aber gleichzeitig mit dem Auftreten der Plasmakugeln an Zahl abnehmen.

Nach Fructification haben diese Gebilde, die, nach mündlicher Mittheilung Prof. Gruber's ganz ebenso in Culturen von Vibrio

Proteus in 1 % Fleischextract bei 39 bis 40 ° auftreten, natürlich nicht das Geringste zu thun. Neben diesen Degenerationen kommt es auch in der Fleischbrühe zur Bildung der »Arthrosporen«.

Versuche, Vibrio III in eine der anderen Formen überzuführen, hatten keinen entsprechenden Erfolg. Fortgesetzte Uebertragungen in Fleischbrühe schwächten ihn derart, dass schliesslich das Wachsthum gänzlich ausblieb. Es wurden dann Aussaaten auf Nähragar gemacht. Nach mehrtägigem Stehen im Brutofen wurde auf Gelatineplatten ausgesäet, von hier wieder auf Agar überimpft und diese Procedur mehrmals wiederholt. Sie brachte aber keine andere Wirkung hervor, als dass die älteren Colonien auf der Platte durch Trübung des Hofes und lebhaftere Eigenbewegung der Vibrionen dem Proteus ähnlicher wurden. Die jüngeren Colonien und die mikroskopische Wuchsform blieben stets unverändert.

Trotzdem dürfte kein Zweifel über die Herkunft auch dieser Form bestehen. Stellt sie doch in ihrem ganzen Verhalten nur eine Abschwächung des Vibrio II dar, mit langsamerem, schwächlicherem Wachsthum und geringerer Fähigkeit, Leim zu peptonisiren.

Bei Beginn der vorstehenden Untersuchungen, als eine der beschriebenen Formen nach der anderen aufgefunden wurde, erschien es, als ob sie scharf von einander geschieden seien. Als aber die Merkmale der einzelnen Formen aufs Genaueste studirt wurden, nachdem der Blick für die Unterschiede geschärft war, stellte es sich heraus, dass zwischen den beschriebenen, stabileren Formen zahlreiche Uebergänge existiren, Uebergänge mit viel labileren Charakteren, die aber doch durch eine oder mehrere Generationen (Umzüchtungen) vererbt wurden.

Finkler-Prior bezeichneten die Colonien ihres Vibrio auf Nährgelatine als gelblich gefärbt, andere Autoren schildern sie als gelbbraun. Ich fand auf den Platten beiderlei Colonien neben einander. Insbesondere bei Aussaaten aus älteren Proteus-Culturen entwickelten sich neben gelben im Uebrigen typische Colonien mit im durchfallenden Lichte tief brauner Farbe, und diese Colonien wuchsen langsamer als die anderen.

Bei der Aussaat einer 30 Tage alten Vibrio I-Cultur fanden sich neben typischen gelben Proteus- und neben Vibrio I-Colonien auch solche braune. Unter den 25 Colonien auf der 3. Platte waren 11 Proteus- und 14 Vibrio I-Colonien. Nach 3 Tagen waren bloss 3 von den 11 Proteus-Colonien völlig typisch, gelb und rasch wachsend. Die übrigen 8 waren viel kleiner, braun und hatten ein compactes Centrum ausgebildet. Nach 5 Tagen hatten 5 der letzteren den Proteus-Charakter völlig angenommen, die 3 anderen aber bewahrten noch neben der Form des ächten Proteus die braune Farbe und die geringere Grösse der Vibrio I-Colonien. Die Verflüssigung der Platte hinderte weitere Beobachtung. Einmal aufmerksam gemacht, fand ich aber diese 2 Formen bei den Aussaaten sehr häufig wieder vor, sowie auch Colonien, die in der Jugend den Habitus von Vibrio I, im Alter den des typischen Proteus hatten.

Ohne Zweifel stellen die braunen, langsamer wachsenden Proteus-Formen den Uebergang der typischen Form zur voll ausgeprägten I-Form dar.

Ebensowenig fehlte es an Zwischenformen zwischen Vibrio I und II. Es war bei der Durchzählung der Platten bei 100facher Vergrösserung, oft sehr schwer zu entscheiden, ob man eine Colonie der I. oder der II. Form zuzählen sollte. Manche Colonien hatten ganz das knotige, höckerige Aussehen, die braune Farbe der Form I, vom Rande der centralen Maasse wurde aber dann nicht die faltige, kragenartige Membran ausgesendet, sondern Schleifen und Bänder, die nur nicht so glatt und schön gewunden waren, wie die in den Colonien der voll ausgebildeten Form II.

Das Vorhandensein dieser Uebergangsformen, deren Zahl zu gross ist, als dass sie hier alle geschildert werden könnten, muss die letzten Zweifel an dem genetischen Zusammenhang der 4 geschilderten Abarten benehmen.

Wir sind also im Laufe dieser Untersuchung zu einem, wie ich glaube, sehr bemerkenswerthen Ergebnisse gekommen. In all dem heissen Kampfe, der über Monomorphismus und Pleomorphismus der Bacterien geführt wurde, blieb bisher Eines

völlig unberührt, wurde Eines von allen Seiten als der »ruhende Pol in der Erscheinungen Flucht« angesehen: die Form der Colonien auf festem Nährboden. Je mehr man sich von der Breite der Schwankungen der Grössenverhältnisse der Einzelexemplare in ein und derselben Colonie überzeugte (ich erinnere nur an den Bac. typhi abdom.), je zahlreicher die Fälle wurden, in denen nachgewiesen war, wie wenig es, in manchen Fällen wenigstens, mit der einst gerühmten Constanz des Dickendurchmessers, dem constanten Verhältnisse von Länge und Breite, der typischen Beschaffenheit der Enden der Einzelexemplare auf sich hat, wie unsicher die Abgrenzung zwischen Kugel-, Stäbchen- und Schraubenform sei (man denke nur an die Zeit, als man an der Steilheit oder Flachheit der Schraubenumgänge, ja an der Zahl der Umgänge sichere Art-Merkmale zu haben glaubte und vergleiche damit den Ausspruch Flügge's (Die Mikroorganismen 2. Aufl. S. 137) »es dürfte unmöglich werden, die Gattung Spirillum als selbständige Abtheilung aufrecht zu erhalten«, desto mehr wurde man dazu gedrängt, die Form der Colonien als zuverlässiges Merkmal für die Artunterscheidung zu verwenden. Hüppe[1]) hat bereits mit Recht bezüglich des Verfahrens, die von so vielen äusseren Umständen mitbedingte Colonienform, unter weitgehender Vernachlässigung der mikroskopischen Wuchsformen, als begründendes Art-Merkmal zu verwenden, zur Vorsicht gemahnt.

Die vorliegende Untersuchung liefert den Beweis, wie sehr diese am Platze ist.

Aus ein und derselben Bacterienart wurden 4 Formen gezogen, die in ihrer Colonienform (theilweise auch in der mikroskopischen Wuchsform) durchgreifende Verschiedenheiten zeigen und von denen wenigstens drei (der typische Proteus, Vibrio II und Vibrio III) diese unterscheidenden Merkmale mit solcher Zähigkeit bewahren, dass sie einzeln für sich untersucht, — nach dem bisher geübten Modus der Artbestimmung — zweifellos als besondere Arten aufgefasst werden müssten.

Man wird gut thun, vorläufig nicht zu weit gehende Schlüsse aus diesen Thatsachen zu ziehen.

1) Die Formen der Bacterien. Wiesbaden 1886 S. 83.

So bedeutend die Unterschiede im Aussehen der Colonien auf Nährgelatine sind, so lassen sie sich doch mit grosser Wahrscheinlichkeit auf verschiedene Grade von Abschwächung der Wachsthumsenergie überhaupt, der Fähigkeit die Gelatine zu verflüssigen und der Eigenbewegung zurückführen; Abschwächungsvorgänge, die gewiss nicht bedeutsamer sind, als der Verlust der Fähigkeit, Sporen zu bilden, der Gärthätigkeit, der Virulenz. Gegen die Verwendung der Colonienform von, die Gelatine nicht verflüssigenden Bacterien zur Artbestimmung bringt die vorliegende Untersuchung kein thatsächliches Material bei Sie muss aber zur Vorsicht mahnen, bei der Bestimmung der verflüssigenden Arten. Dass bisher keine anderen Beispiele von Variationen der Colonieform beobachtet worden sind, beweist keineswegs, dass sie nicht existiren. Man stelle sich nur auf den Standpunkt eines Voreingenommenen, von der absoluten Constanz der Colonieform Ueberzeugten. Er wird entweder einem solchen Vorkommnis, wie es Prof. Gruber beobachtet hat, gar keine Aufmerksamkeit schenken und nur trachten, die »verunreinigte« Cultur zu reinigen oder die fremde Form ohne weiteres als neue Art beschreiben. Auch Prof. Gruber hätte schwerlich darauf geachtet, wenn nicht die Aehnlichkeit der »verunreinigenden« Colonie mit dem Choleravibrio sein Interesse in Anspruch genommen hätte.

Auch der beobachteten Wuchsformen muss ich mit einigen Worten nochmals gedenken. Ich glaube, dass meine Beobachtungen neuerdings beweisen, wie variabel bei manchen Arten diese Wuchsformen sind. Ich bin überzeugt, dass die weitere Forschung über die Morphologie der Bacterien erhärten wird, dass man im allgemeinen nur den Satz formuliren kann, dass jede Bacterienart (oder Bacterienvarietät) unter bestimmten äusseren Bedingungen auf bestimmtem Nährboden stets dieselben Wuchsformen in derselben Reihenfolge zeigt, dass aber auf verschiedenen Nährböden, unter verschiedenen Bedingungen manche Bacterienarten nach Grösse, Form und Habitus verschiedene Wuchsformen besitzen, dass man nicht berechtigt ist, nur eine dieser Formen als normale, alle andern kurzweg als pathologische zu bezeichnen, geschweige denn, dass man sie sofort als solche zu erkennen im

Stande wäre, dass sich daher ferner als Princip für die Artbestimmung ergibt, alle Wuchsformcomplexe auf den verschiedenen Nährböden heranzuziehen [1]).

Zum Schlusse erlaube ich mir, Herrn Prof. Gruber für die Ueberlassung des Ausgangsmateriales sowie dafür, dass er mir während der ganzen Untersuchung berathend zur Seite stand, meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

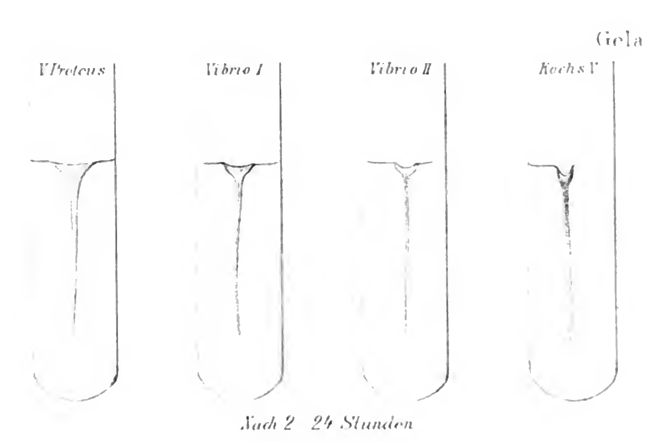
Nachschrift von M. Gruber.

Leider wurde Herr Firtsch durch meine Berufung und Uebersiedelung nach Wien in seiner Untersuchung über die näheren Bedingungen der Entstehung der einzelnen Proteus-Formen unterbrochen. Ein weiterer Uebelstand war, dass mir durch viele Monate die Vornahme bacteriologischer Arbeiten unmöglich war und während dieser Zeit alle Culturen der hier beschriebenen Formen abstarben. Leider kann ich deshalb keine Auskunft darüber geben, wie lange Vibrio II und III mit unveränderten Eigenschaften weiter gezüchtet werden können.

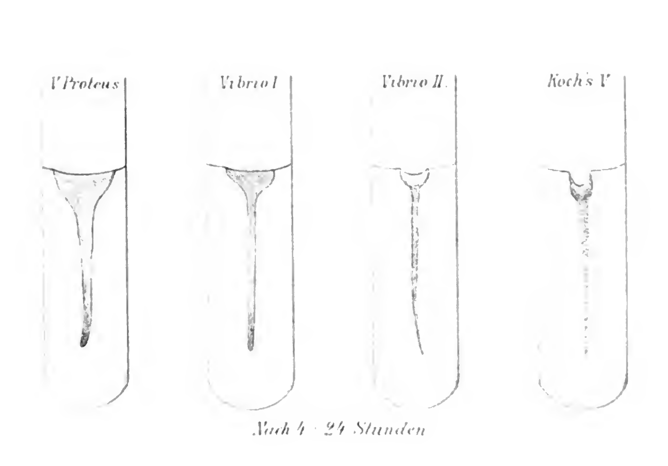
Ich habe jedoch neuerdings Versuche gemacht, die 3 Abschwächungsformen wieder zu erlangen und diese sind auch bezüglich des Vibrio I und II vollständig gelungen. Für die Ausbildung der Form III war die Dauer der Versuche bisher zu kurz. Sowohl aus einer von Herrn Dr. Eisenberg mir überlassenen, aus Berlin stammenden Proteuscultur als auch aus einer Cultur, die ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Klemensiewicz in Graz verdanke, wurde nach 45 resp. 27 Tagen Vibrio I, nach 120 resp. 104 Tagen Vibrio II gezüchtet. Allerdings waren diese Formen in den beiden ursprünglichen Agarculturen nur in spärlicher Zahl entstanden. Sehr reichlich fanden sie sich jedoch in davon abgeimpften Gelatine-Stichculturen nach je 85 Tagen vor. Ebenso konnte aus Culturen des Vibrio I nach 73 Tagen Vibrio II isolirt und gleichzeitig auch der Rückschlag eines Theiles von Vibrio I in typischen Proteus constatirt werden. Alles also in voller Uebereinstimmung mit den Angaben des Herrn Firtsch.

1) Vgl. M. Gruber, Wien. med. Wochenschrift 1885 Nr. 9 u. 10.

Gela

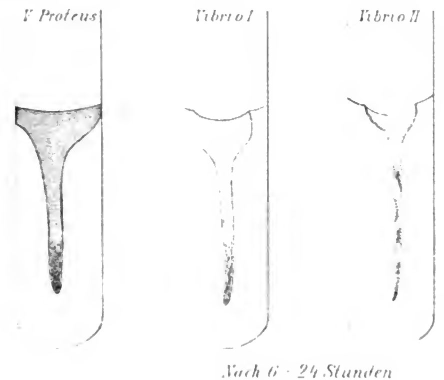


Nach 2 · 24 Stunden



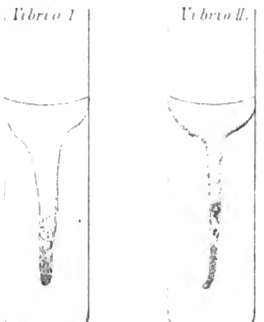
Nach 4 · 24 Stunden

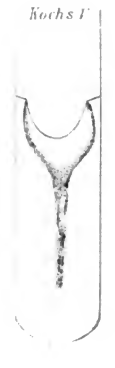




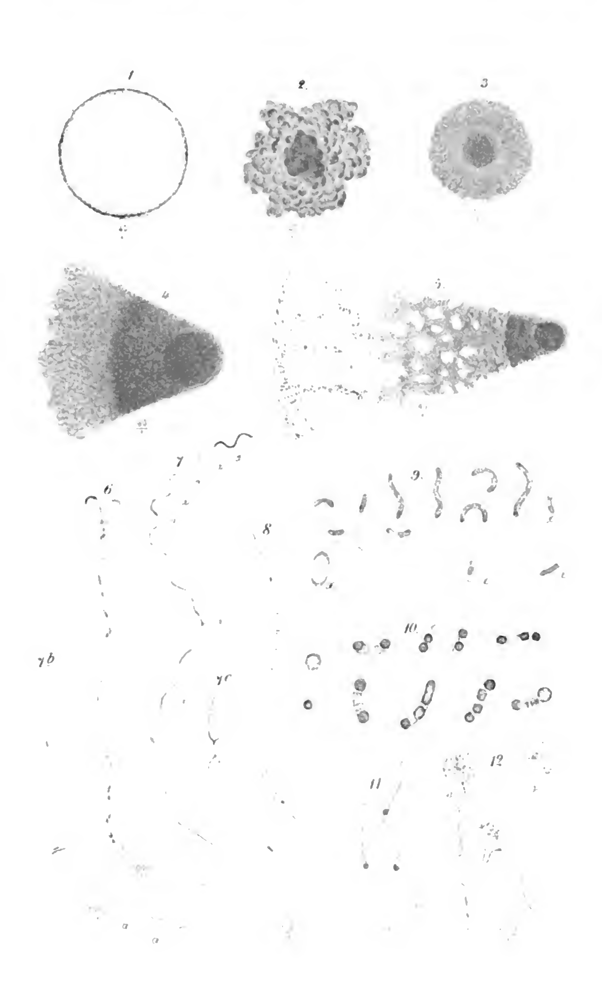


Nach 6 - 24 Stunden





Nach 8 - 24 Stunden.


1
2
3
4
5
6
7
7b
7c
8
9
10
11
12

Tafelerklärung.

Tafel V.

Gelatinestichculturen von Vibrio Proteus, Vibrio I, Vibrio II und Koch's Vibrio, von welchen Vibrio Proteus, Vibrio II und Koch's Vibrio gleichzeitig bei Zimmertemperatur gezogen, Vibrio I später mit Vibrio II und Vibrio Proteus verglichen wurde.

Alle Culturröhrchen median durchschnitten gedacht.

Tafel VI.

Fig. 1 bis 5 Vibrio I.

Fig. 1. Eine 2 × 24 Stunden alte Gelatine-Platten-Colonie des Vibrio Proteus (oberfl. Col.).

Fig. 2. Eine 2 × 24 Stunden alte Gelatine-Platten-Colonie des Vibrio I (oberfl. Col.).

Fig. 3. Eine 2 × 24 Stunden alte Gelatine-Platten-Colonie des Vibrio II (oberfl. Col.)

Fig. 4. Ausschnitt aus einer 4 × 24 Stunden alten Gelatine-Platten-Colonie des Vibrio II (oberfl. Col.).

Fig. 5. Querschnitt aus einer 4 × 24 Stunden alten Gelatine-Platten-Colonie des Vibrio I (oberfl. Col.) im optischen Querschnitt.

Fig. 6 bis 11 Vibrio II.

Fig. 6. Haarflechtenartige Spirale aus einer 10 Stunden alten Fleischbrühcultur.

Fig. 7. Spirale aus einer 10 Stunden alten Fleischbrühcultur, unregelmässig gewunden, an einem Ende 1,5 μ, am andern 0,7 μ dick; *a*, *a*, ... eingeschnürte Stellen.

Fig. 7b. Ausgezogene Theilungsstellen, stärker vergrössert nach 7a.

Fig. 7c. Theilungsstelle nach der Trennung.

Fig. 8. Peitschenschnurförmige Spirale 0,7 μ bis über 1,5 μ dick, mit Andeutung der beginnenden Theilung.

Fig. 9. Kommas aus einer 8 Tage alten Kartoffelcultur mit Rubin gefärbt. Individuen theilweise intact, theilweise gequollen *x*, *x*, . . . partiell gequollene Individuen.

Fig. 10. 2 isolirte Dauerkügelchen und Kommas die Anordnung der Kügelchen in ihnen zeigend; aus einer 48 Stunden alten Deckglascultur.

Fig. 11. Lange Schraubenfäden mit einzelnen Arthrosporen aus einer 10 Tage alten Fleischbrühcultur.

Fig. 12. Vibrio III. Ferran'sche Körperchen in einer 48 Stunden alten Fleischbrühcultur:
- a) an einer geschrumpften Spirale,
- b) an einem Komma,
- c) an einer Spirale.

Bemerkung. Wo keine Vergrösserungszahl angegeben ist, sind die Bilder unter Anwendung der Homogenimmersion übermässig gross gezeichnet.

Colorimetrische Bestimmung von Eisen in Mineral-, Brunnen-, Quell- und Flusswasser.

Von

Dr. Adolph F. Jolles.

(Aus dem hygienischen Universitäts-Institute in Wien.)

Die vergleichend-colorimetrische Methode, die ich zur Bestimmung von Eisen im Wasser mir in Vorschlag zu bringen erlaube, gründet sich auf die Farbennuance, welche das Rhodanammonium in Lösungen, welche nur minimale Spuren von Eisenoxydsalzen enthalten, hervorbringt. Man vergleicht in ähnlicher Weise wie bei der colorimetrischen Bestimmung des Ammoniaks im Wasser die Farbennuance, welche der Zusatz von Rhodanammonium zu einer bestimmten Menge des zu prüfenden Wassers hervorgebracht hat, mit jenen Schattirungen, welche durch Zusätze derselben Menge der Rhodanammoniumlösung zu verschiedenen Wasserproben entstanden sind, welche genau gekannte, abgestufte, kleine Mengen von Eisenoxyd enthalten und welche auf das gleiche Volumen wie das zu prüfende Wasser gebracht worden sind. Man sucht nun aus der Reihe der Proben von bekanntem Eisengehalte diejenige heraus, deren Färbung mit der zur Untersuchung vorliegenden Wasserprobe übereinstimmt: beide enthalten die gleiche Menge Eisenoxyd.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass, wenn eine Schätzung der Eisenmengen aus dem Farbenunterschiede noch möglich sein soll, die Eisenmengen im Wasser nach oben wie nach unten nicht über gewisse Grenzen hinausgehen dürfen. Diese Grenzen

sind für 100 cbm 0,4 mg nach oben und 0,05 mg nach unten. Demnach wird man bei einem geringeren Eisengehalt als 0,05 mg für 100 ccm auf die quantitative Bestimmung desselben nach dieser Methode überhaupt verzichten und bei einem solchen, der mehr als 0,4 mg in 100 ccm Wasser beträgt, eine entsprechende Verdünnung vornehmen müssen. Zur Ausführung der colorimetrischen Bestimmung ist vor allem eine Lösung von genau bekanntem Gehalte an Eisenoxyd nöthig. Dieselbe erhält man aus einem durch mehrmaliges Umkrystallisiren erhaltenen Eisenoxyd-Ammoniak-Alaun. Man löst am besten 0,4306 g unter Zusatz einer geringen Menge verdünnter Salzsäure zu einem Liter auf, so dass jeder Cubikcentimeter dieser Lösung 0,00005 g Fe resp. 0,00035 g Fe_2O_3 entspricht. Zur Ausführung der colorimetrischen Methode wird man bei Brunnen-, Quell- und Flusswasser, die durchschnittlich nur geringe Eisenmengen — sowohl in Form von Oxyd- als Oxydulverbindungen — enthalten, eine entsprechende Concentration durch Eindampfen eines oder eines halben Liters auf ca. 200 resp. ca. 100 ccm und nachheriges Auffüllen bis zur Marke vornehmen müssen. Bei Mineralwasser, das sich meistens durch einen verhältnismässig höheren Gehalt an Eisensalzen auszeichnet, muss man sich durch einen Vorversuch Gewissheit darüber verschaffen, ob die in dem zu untersuchenden Wasser befindlichen Mengen von Eisen für eine colorimetrische Vergleichsreaction nicht zu beträchtlich sind.

Die Ausführung der colorimetrischen Bestimmung geschieht zweckmässig wie folgt: Man bringt 100 cbm des zu prüfenden Wassers in einen engen Cylinder von farblosem Glase, in welchem diese Flüssigkeitsmenge eine 18 bis 20 ccm hohe Schicht einnimmt und beobachtet die Färbung, welche nach dem Versetzen des Wassers mit 5 ccm der Rhodanammoniumlösung (7,5 g auf 100 cbm) und 1 ccm verdünnter Salzsäure (1 : 3) eintritt. In 4 andere gleich beschaffene Cylinder bringt man der Reihe nach 1, 3, 5, 7 ccm der Eisenoxydlösung, füllt überall bis zur Marke mit destillirtem Wasser auf, stellt dann alle Cylinder auf eine weisse Unterlage und sieht von oben hinein. Die hier zum Vergleiche kommenden Farbennuancen bewegen sich im Gelblich-

bis Röthlichbraunen und hat man sich, da der Höhepunkt der Reaction erst nach einigen Minuten erreicht wird, mit der Vergleichung nicht zu beeilen. Trifft die Farbennuance der Untersuchungsprobe mit jener der Vergleichsprobe I, II, III, IV zusammen, so enthält sie 0,05 resp. 0,15 resp. 0,25 resp. 0,35 mg Eisen; fällt die Nuance zwischen die zweier Vergleichsproben, so entspricht sie einem Eisengehalte, welcher zwischen dem dieser beiden Vergleichsproben gelegen ist und kann eventuell noch genauer durch einen zweiten Versuch bestimmt werden. — Selbstverständlich erhalten wir durch obiges Verfahren nur Aufschluss über den Gehalt des Wassers an Eisenoxyd.

Behufs Bestimmung des Gesammtgehaltes eines Wassers an Eisen, d. h. des von Oxyd- und von Oxydulsalzen herrührenden Eisens, oxydirt man die zur colorimetrischen Bestimmung entsprechend concentrirte Wassermenge mit einigen Tropfen concentrirter Salpetersäure, füllt bis zur 100 ccm Marke auf, setzt 5 ccm der Rhodanammoniumlösung hinzu und geht dann in oben angegebener Weise vor. Wir vermögen demnach z. B. bei Mineralwasser sowohl das Eisenoxyd als das Eisenoxydul zu bestimmen, indem wir einmal ohne vorangegangene Oxydation den Eisenoxydgehalt des Wassers colorimetrisch bestimmen, dann die Bestimmung nach erfolgter Oxydation der entsprechenden Wassermenge ausführen; die Differenz ist auf das im Wasser enthaltene Eisenoxydulsalz zurückzuführen.

Es kann gegen die allgemeine Anwendbarkeit der auf der Rhodanammoniumreaction beruhenden Methode der Einwand erhoben werden, dass bei Gegenwart von Nitraten, Nitriten[1]), sowie von Chloriden und Carbonaten der Alkalien und alkalischen Erden[2]) die durch Rhodanammonium hervorgerufene Farbennuance beeinträchtigt wird. Ich habe nach dieser Richtung ein-

1) Bekanntlich wird eine Lösung, welche gleichzeitig Salpetersäure und salpetrige Säure enthält, durch Rhodankalium ebenfalls roth gefärbt. Sie tritt besonders leicht ein, wenn man Rhodankalium zu einer warmen, salpetersäurehaltigen Flüssigkeit setzt.

2) »Beeinträchtigung der Rhodan-Eisenreaction durch Salze der alkalischen Erden«. Von H. Werner. Zeitschrift für analyt. Chemie Bd. 22.

gehende Versuche angestellt, bei denen ich die Intensität der Farbmengen verglich, welche durch Rhodanammon in Wasserproben von gleichem Eisengehalte bei Abwesenheit und bei Anwesenheit der erwähnten Substanzen in graduell abgestuften Mengen hervorgebracht wurden. Meine Versuche führten mich zu dem Schlusse, dass die Nitrate, sowie die Chloride und Carbonate der Alkalien die Farbenreaction nicht beeinträchtigen, die Nitrite, sowie die Chloride und Carbonate der alkalischen Erden erst in einer solchen Concentration einen störenden Einfluss auszuüben vermögen, wie sie in einem Wasser — selbst unter Berücksichtigung der Concentration eines Liters auf ca. 100 ccm — nie beobachtet wird, so dass die Intensität der Rhodanreaction unter allen Umständen dem Gehalte des Wassers an Eisenoxydsalz proportional ist.

Herr Prof. Gruber hatte die Freundlichkeit, mir verschiedene Wässer mit wechselndem Eisengehalte — deren Gehalt an Fe bekannt, mir aber verheimlicht war — zur Untersuchung zu überreichen und gelangte ich durchweg zu befriedigenden Resultaten Ich lasse einige Beleganalysen folgen:

	Eisenalaun im Liter gewogen:	Eisenalaun im Liter gefunden:
1.	0,3993 g	0,3958 g 0,3958
2.	0,105 g	0,1032 g 0,1032
3.	0,0256 g	0,0300 g 0,0250

In 100 ccm Wasser Milligramme Eisen:

enthalten	gefunden		
0,15	0,15	= 100,0	Procente des wirklichen Eisengehaltes.
0,07	0,075	= 107,1	
0,10	0,10	= 100,0	

Herr Prof. Gruber hat mich darauf aufmerksam gemacht, dass bereits Mendes de Leon im Prof. Forster'schen Labora-

torium die colorimetrische Methode mittels Rhodankalium zur Bestimmung des Eisengehaltes der Milch[1]) verwendet und sehr gute Resultate erhalten hat. Ich habe mich überzeugt, dass die Methode auch zur Bestimmung minimaler Mengen von Eisen in Wasser gut verwendbar ist.

1) Archiv f. Hygiene Bd. 7 S. 286—308.

Erfahrungen auf dem Gebiete der Butterfettanalyse.

Von

Dr. Ed. v. Raumer,

Assistent der kgl. Untersuchungsanstalt Erlangen.

(Aus dem Laboratorium für angewandte Chemie.)

Infolge der eben zum Gesetz gewordenen Reichstags- und Bundesrathsbeschlüsse, die Fabrication und den Handel mit Kunstbutter betreffend, ist die Frage: Wie können geringe Mengen von Butterfett in Mischung mit andern Fetten genauer als bisher bestimmt werden? in den Vordergrund getreten. Es ist daher eine Reihe von brauchbaren und unbrauchbaren Vorschlägen zur Verbesserung der bisherigen Methoden gemacht worden.

Vorliegende Arbeit soll keinen Vorschlag zu der oder jener Vereinbarung einer gemeinsamen Arbeitsmethode enthalten, sondern nur die Erfahrungen mittheilen, die ich im Laufe der letzten Jahre bei der Analyse von Butterfetten machte, da doch vielleicht ein oder der andere Punkt von Interesse sein dürfte für die weitere Behandlung dieser Frage.

Bei der ja im Ganzen vortrefflichen Methode der Butterfettanalyse nach Meissl-Reichert, kommen, wie jeder, der längere Zeit danach gearbeitet hat, weiss, doch grössere Differenzen vor, als wünschenswerth ist. In Fällen, die eventuell zur Beanstandung Anlass geben und an der Grenze der durch die Erfahrung gefundenen Zahlen stehen, ist nun ein solches Auseinandergehen der Resultate verschiedener Laboratorien immer peinlich. Der Richter kann nicht den Einblick in die Arbeitsmethoden haben, um nicht manchmal von seinem Standpunkt aus mit einem scheinbaren Recht den Werth der Analysenresultate anzuzweifeln. Dieser Umstand nun veranlasste mich, verschiedene Methoden der Butterfettbestimmung zu prüfen, um vielleicht etwas Brauch-

bares zu finden, was in zweifelhaften Fällen zur Controle der Meissl'schen Probe dienen könnte. Diese Versuche lieferten allerdings ein negatives Resultat, doch glaube ich sie anführen zu sollen, um andere, die auf demselben Gebiete arbeiten, von unnöthigen Bemühungen abzuhalten. Zuerst nahm ich die Köttstorfer'sche und Hübl'sche Methode vor, um sie auf ihren Werth als Controle neben der Meissl-Reichert'schen Probe zu prüfen.

Von diesen Versuchen sollen in folgender Tabelle sechs mitgetheilt werden, welche mit jedem Fett und nach jeder Methode doppelt ausgeführt wurden.

		1. Nach Meissl-Reichert 110 ccm Destillat von 5 g Fett verbrauchten ccm $^1/_{10}$ Normal-Kali	2. Hübl's Jodzahl 100 g Fett absorbiren g Jod	3. Nach Köttstorfer 1 g Fett verbraucht zur Verseifung g KOH	4. Schmelzpunkt der Fette ° C.
I.	a)	28,8	35,7	0,221	33,5
	b)	—	35,7	0,221	33,5
II.	a)	30,2	25,1	0,230	34,0
	b)	30,8	25,5	0,230	34,0
III.	a)	25,0	35,3	0,221	35,5
	b)	24,8	35,7	0,222	35,5
IV.	a)	26,6	36,6	0,223	31,5
	b)	27,2	36,7	0,224	31,5
V.	a)	28,05	37,0	0,226	33,5
	b)	28,16	37,2	0,227	33,5
VI.	a)	1,98	59,2	0,193	39,5
	b)	2,0	58,9	0,196	39,5

Vergleicht man die Resultate der nach den drei Methoden vorgenommenen Untersuchungen, so ergibt sich, dass die Meissl-Reichert'sche Probe immerhin die zuverlässigste ist. Eine Uebereinstimmung der Jodzahl mit der Zu- oder Abnahme der flüchtigen Fettsäuren ist um desswillen schon kaum zu erwarten, da der Gehalt an Oelsäure und anderen Jod addirenden Säuren ganz unabhängig sein kann von dem Gehalt an flüchtigen Fettsäuren.

Auch die Köllstorfer'schen Zahlen sind nicht regelmässig abhängig von dem Gehalt an flüchtigen Fettsäuren, wie die Ver-

suche zeigen. Ausserdem habe ich die Erfahrung gemacht, dass gerade in den Fällen, in welchen wahrscheinlich eine Verfälschung vorlag, die Verseifung nach Köttstorfer oft so langsam vor sich ging, dass schon das lange Erwärmen der alkoholischen Lösung zu Fehlern Anlass gab.

Bedenkt man ferner, dass sich Mischungen von Oleomagarin und Cocosnussöl darstellen lassen, die sowohl nach Hübl als nach Köttstorfer in den geforderten Grenzen sich bewegen, dass ein Gleiches aber von der Meissl-Reichert'schen Zahl nicht gilt, so muss entschieden letztere Methode den Sieg über alle anderen behaupten.

Auch Hehner's Verfahren ist keineswegs zuverlässig, da von demselben das Gleiche gilt wie von dem Höttstorfer'schen und Hübl'schen, ausserdem kommt bei demselben noch die complicirte, zeitraubende Arbeit in Betracht, die es für die Praxis so gut wie unmöglich macht.

Die gewichtsanalytische Bestimmung des Oelsäuregehaltes des Butterfettes zur Beurtheilung zu verwenden, war zwar nach den bisher vorliegenden Analysen, welche denselben zwischen 30 und 60 % schwankend angeben aussichtslos, doch wollte ich auch dies nicht unversucht lassen.

Nach der gewöhnlichen gewichtsanalytischen Bestimmungsmethode, durch Extrahiren der fettsauren Bleisalze mit Aether konnte ich nur die vorliegenden Resultate bestätigen, indem meine Zahlen zwischen 40 und 64 % schwankten. Ausserdem ist die Methode selbst sehr unzuverlässig, wegen der leichten Zersetzbarkeit des ölsauren Bleis, so dass dieselbe als ganz unbrauchbar erklärt werden muss. Obwohl ich den Aether bei möglichst niedriger Temperatur im Kohlensäurestrom wie im Wasserstoffstrom mittels Luftpumpe verjagte, war eine wiederholte Lösung des gesammten ölsauren Bleies mit Aether nicht möglich, sondern blieb ein nicht unbeträchtlicher Theil des früher klar gelösten Salzes als trübe Masse im Kolben zurück.

Zur Charakterisirung will ich einige Analysenresultate mittheilen. Die Versuche wurden auch hier immer doppelt ausgeführt.

Oelsäuregehalt des Butterfettes:

Fett Nr.	I.	40,88 %	. . . . 41,36 %
„ „	II.	61,95	 63,85
„ „	III.	44,28	. . . . 43,10.

Da die Extraction des ölsauren Bleies mit Aether am Rückflusskühler (Soxleth's Extractionsapparat) noch ungenauere Resultate ergab, verfuhr ich folgendermaassen. Die mit heissem Wasser ausgewaschenen, unter der Luftpumpe möglichst getrockneten fettsauren Bleisalze, wurden in einen graduirten Cylinder gebracht und mit 200 ccm Aether übergossen. Der mit fest schliessendem Glasstöpsel versehene Cylinder wurde nun etliche Stunden von Zeit zu Zeit geschüttelt und nachdem sich innerhalb 24 Stunden die unlöslichen Bleisalze klar abgesetzt hatten, 100 ccm der ätherischen Lösung abgehebert. Selbst diese Art des Extrahirens, bei der jeder Luftzutritt möglichst vermieden war, konnte nur jene oben erwähnten, schlecht stimmenden Resultate liefern.

Ein Versuch, die fettsauren Barytsalze mit Aether oder Alkohol zu extrahiren misslang völlig. Es konnte auf diese Weise nur der geringste Theil der Oelsäure erhalten werden, etwa 8 bis 13 % ölsauren Baryts.

Es ergibt sich aus diesen Misserfolgen, dass die Meissl-Reichert'sche Probe immer weitaus die zuverlässigste ist, wenngleich sie selbst Fehlern unterworfen ist, deren Grund ich zum Theil gefunden zu haben glaube.

In einer vergleichenden Arbeit von Dr. O. Schweissinger (Pharm. Centralhalle 1887 Bd. 18 S. 320) wird die Ursache der Schwankungen auf die Zersetzung des alkoholischen Kalis während der Verseifung, die verschieden lang dauernde Einwirkung des Kalis auf den Alkohol und die dabei stattfindende Bildung von Essigsäure zurückgeführt. Ich stellte deshalb auch Versuche in dieser Richtung an und gelangte dabei zu folgenden Resultaten.

In unserem Laboratorium wird seit mehreren Jahren nicht mehr mit 100 ccm 70 proc. Alkohol und 2,5 g Aetzkali pro 5 g Fett gearbeitet, sondern mit 10 ccm einer 20 proc. Kalilösung in 70 proc. Alkohol. Diese concentrirte Kalilösung wird bei längerem Stehen gelblich bis braun und beobachteten wir schon früher,

dass ein Einfluss auf das Resultat bei Verwendung dieser älteren braunen Lösung nicht zu constatiren war.

Von dieser Kalilösung behandelte ich je 10 ccm ganz in der Weise, wie bei der Analyse der Fette selbst, nur ohne Zugabe von Fett, es kam sowohl ältere, braune Lösung, wie ganz frisch bereitete zur Verwendung.

Um den etwaigen Einfluss der Zeitdauer der Verseifung bis zum gänzlichen Verjagen des Alkohols zu constatiren, wurden je zwei Proben in einem 250 ccm fassenden Kolben verdunstet, zwei andere dagegen in einer Porzellanschale. Der Alkohol war in letzterem Falle in 20 bis 25 Minuten völlig verjagt, in ersterem dagegen verschwanden die letzten Spuren erst nach einer Stunde und noch länger. Die Resultate stellten sich bei drei verschieden alten Kalilösungen wie folgt.

20 proc. Kalilösung in 70 proc. Alkohol je 10 ccm.

	Zur Neutralisation des Destillates verbrauchte ccm 1/10 Normal-Kali pro 100 ccm Destillat
1. Aeltere, braune Lösung:	
a) in Glaskolben eingedampft	1,7
b) in der Porcellanschale eingedampft .	1,8
2. Kalilösung von geringerem Alter:	
a) im Glaskolben	1,8
b) in der Porzellanschale	2,0
3. Ganz frisch bereitete Kalilösung:	
a) } beide im Glaskolben eingedampft	1,6
b) } beide im Glaskolben eingedampft	1,7

Diese Kalilösungen waren mit ganz reinem, aus absolutem Alkohol verdünntem Alkohol dargestellt. Mit gewöhnlichem 95 proc. Alkohol, dessen Säurenmenge 0,4 ccm 1/10 Kali pro 100 ccm Alkohol zur Neutralisation verbrauchte, angestellte Versuche ergaben pro 100 ccm Destillat einen Verbrauch von 1,9 bis 2,2 ccm 1/10 N.-K. Der Einfluss des Alkohols auf die Resultate bei der Reichert-Meissl'schen Probe ist sonach, wie schon Schweissinger feststellte, klar. Sollte es sich jedoch durch eine grössere Reihe

von Versuchen bestätigen lassen, dass die durch den Alkohol bewirkte Erhöhung der flüchtigen Säuremengen bei gleich concentrirten Lösungen, trotz der verschiedenen Dauer der Verjagung des Alkohols in keinen weiteren Grenzen schwankt als oben angegeben, so wäre eine Vereinbarung auf gleiche Art des Arbeitens genügend, um vergleichbare Resultate zu erhalten.

Bei früheren Versuchen mit Schweineschmalz erinnerte ich mich nun aber niedrigere Zahlen erhalten zu haben als bei der Arbeit mit blosser alkoholischer Kalilösung. Ich stellte daher solche Versuche wieder an und verbrauchte bei Anwendung von 5 g Schweineschmalz für 110 ccm Destillat 0,6 bis 1 ccm $^1/_{10}$ Kali.

Es ergibt sich aus diesen Resultaten, dass es von kaum nennenswerthem Einfluss auf die Oxydirbarkeit des alkoholischen Kalis ist, ob zu demselben höchst rectificirter oder gewöhnlicher Alkohol verwendet wird. Aus den Versuchen mit dem Schweineschmalz aber ist ersichtlich, dass bei Gegenwart von Fetten die Oxydirbarkeit des alkoholischen Kalis bedeutend geringer ist und mag dieser Umstand wohl dadurch zu erklären sein, dass durch die doch ziemlich rasche Verseifung des Fettes der grösste Theil des Alkalis gebunden und von der Einwirkung auf den Alkohol ausgeschlossen ist.

Auch ist die weitere Annahme berechtigt, dass sich überhaupt der Alkohol gar nicht an der Bildung flüchtiger Säuren betheiligt, sondern dass bei den Versuchen mit blossem alkoholischem Kali sich etwas kohlensaures Kali bildet und die übergehende Säure Kohlensäure ist. Es erklärte sich auch so ungezwungen die geringere Menge flüchtiger Säure bei den Versuchen mit Schweineschmalz. Der grössere Theil des Kali wird zur Verseifung des Fettes verbraucht, das nicht Verbrauchte aber durch die Seife eingeschlossen und so ziemlich gegen Absorption von Kohlensäure geschützt.

Einen Hauptgrund für die bei der Butterfettanalyse entstehenden Fehler glaube ich nun in folgenden Thatsachen gefunden zu haben.

Bei einer Fettprobe, die zu beanstanden war, hatte ich, um sicher zu gehen, mehrere Controlproben aufgestellt und zwar, um

schneller zum Ziele zu kommen, die Controlproben nicht im Glaskolben, sondern in einer geräumigen Porzellanschale verseift. Die doppelte Analyse ergab beim Verseifen im Glaskolben 15,8 und 15,6 ccm $^1/_{10}$ N.-K. pro 5 g Fett.

Die Controlprobe in der Schale verseift ergab 17,7 ccm $^1/_{10}$ N.-K. für dasselbe Fett. Ich vermuthete nun, dass, nachdem der Alkohol in der Schale verjagt und die Seife mit dem Pistill zur Staubtrockne zerrieben war, bei längerem Stehen desselben auf dem Wasserbade, oder im Dampftrockenschrank bei ca. 95 ° C. schon eine weitere Zersetzung der Fettsäuren durch Spaltung infolge der Einwirkung des überschüssigen Kali's stattfinden könnte. Um dies zu erfahren, stellte ich drei weitere Proben desselben Fettes in der Porzellanschale auf und liess sie, nachdem aller Alkohol verjagt und die Seife zerrieben war, verschieden lang bei 95 ° C. im Trockenschrank stehen. Ich verbrauchte für dieselben sodann 19,1 bis 20,1 ccm und 28,6 ccm $^1/_{10}$ N.-K. Ein anderes Fett, das ich zur selben Zeit in Arbeit hatte und welches im Kolben 21,7 bis 21,8 ccm $^1/_{10}$ N.-K. verbrauchte, brachte ich in der Schale auf 23,1 bis 23,5 ccm und nach zweitägigem Erwärmen auf 95 ° C. auf 42,9 ccm.

Diese Resultate veranlassten mich, mit ein und demselben Fett mehrere Versuche neben einander aufzustellen. Es war mir dabei eben daran gelegen, zu sehen, ob der Alkohol eine Rolle bei der Vermehrung der flüchtigen Säuren spielte, was allerdings nach den obigen Resultaten bereits ausgeschlossen schien. Ich ging daher folgendermaassen vor.

Da der Alkohol beim Verseifen im Kolben, wenn man nicht fortwährend Luft einbläst, sich Stunden lang hält, stellte ich sechs Proben von demselben Butterfett auf und zwar drei davon im Glaskolben, drei in der Porzellanschale. Die Verseifung des Fettes bis zur völligen Verjagung des Alkohols nahm bei den Kolben vier Stunden in Anspruch, da dieselben über die Mittagszeit auf dem Wasserbade standen und von 12 bis 2 Uhr keine Luft eingeblasen werden konnte. Kolben 1 wurde sofort nach Verjagen des Alkohols (nach vier Stunden) vom Wasserbade entfernt, Kolben 2 und 3 blieben noch drei Stunden auf demselben

stehen. Die in der Schale befindlichen Proben waren in 30 bis 40 Minuten verseift, der Alkohol völlig verjagt und die Seife mit dem Pistill zu Staub zerrieben. Schale 1 wurde sofort darauf vom Wasserbade entfernt, Schale 2 blieb vier Stunden, also so lange als die Verseifung im Kolben dauerte, auf dem Wasserbade, Schale 3 dagegen blieb sieben Stunden auf dem Wasserbade, wie Kolben 2 und 3. Die zur Neutralisation des Destillates nöthigen ccm $^1/_{10}$ N.-K. betrugen darauf für die sechs Proben

Kolben	Schale
Kolben 1 nach vier Stunden verseift 31,68 ccm $^1/_{10}$ N.-K.	Schale 1. Sofort nach dem Verjagen des Alkohols vom Wasserbade entfernt: 31,46 ccm $^1/_{10}$ N.-K.
Kolben 2 32,56 ccm $^1/_{10}$ N.-K. } wie 1. jedoch noch 3 Stunden auf dem Wasserbade	Schale 2. Nach dem Verjagen des Alkohols so lange wie Kolben 1 auf dem Wasserbade 33,6 ccm $^1/_{10}$ N.-K.
Kolben 3 33,40 ccm $^1/_{10}$ N.-K. } wie 1. jedoch noch 3 Stunden auf dem Wasserbade	Schale 3. Nach dem Verjagen des Alkohols so lange als Kolben 2 und 3 auf dem Wasserbade 34,1 ccm $^1/_{10}$ N.-K.

Bei sämmtlichen Proben in der Schale war die Seife mit dem Pistill zu Staub zerrieben.

Aus diesen Resultaten glaube ich schliessen zu können, dass eine weitere Oxydirung des Alkohols bei längerer Verseifungsdauer im Kolben nicht stattfindet, da sonst die Zahlen bei dieser Art der Verseifung hätten höher sein müssen, als bei der Verseifung in der Schale, die annähernd nur den achten Theil von ersterer dauerte. Zweitens, dass eben nach dem Verjagen des Alkohol, bei weiterer Einwirkung der Wärme, schon bei 95 ° C. eine Zersetzung der Fettsäuren selbst durch das überschüssige Kali stattfindet, wofür auch die raschere Zunahme bei den Schalen, aus denen der Alkohol leichter vollständig zu entfernen ist, spricht.

Zum Schlusse möchte ich noch an einer Versuchsreihe zeigen, wie weit eine derartige Zersetzung getrieben werden kann, ohne damit zu behaupten, dass dieselbe nicht eventuell noch höher zu steigern wäre.

Es wurden wieder sechs Proben eines Fettes, je 5 g, aufgestellt. Davon 3 im Kolben, 3 in der Schale verseift.

Kolben 1 wurde gleich nach dem Verjagen des Alkohol, was 4½ Stunden in Anspruch nahm, in Wasser gelöst.

Kolben 2 wurde ausserdem noch 14 Stunden, Kolben 3 24 Stunden auf 95° C. erwärmt.

Der Inhalt der Schale 1 wurde sofort nach dem Verjagen des Alkohols und Zerreiben der Seife mit dem Pistill gelöst und destillirt.

Probe in Schale 2 wurde ausserdem 12 Stunden, in Schale 3 29 Stunden auf 25° C. erwärmt. Das Resultat war folgendes:

	verbrauchte ccm 1/10 N.-K. pro 110 ccm Destillat		pro 110 ccm Destillat ccm 1/10 N.-K.
Kolben 1 . . .	31,24	Schale 1 . . .	30,8
„ 2 . . .	37,62	„ 2 . . .	38,5
„ 3 . . .	40,16	„ 3 . . .	47,5

Die sicherste Art des Arbeitens wäre sonach in der Schale zu verseifen, da so der Alkohol am schnellsten entfernt ist und die Einwirkung der Wärme auf die alkalische Seife die kürzeste ist. Es darf jedoch die Schale unter keiner Bedingung länger als nöthig auf dem Wasserbade bleiben, da sonst die Steigerung eine bedeutend raschere als im Kolben ist.

Das Arbeiten in der Schale ist jedoch zeitraubender, da nach der Verseifung zur raschen Entfernung des Alkohols beständig mit dem Pistill gerührt werden muss, bis die Seife ganz pulverisirt ist, während der Kolben ruhig auch länger auf dem Wasserbade stehen kann und nur von Zeit zu Zeit Luft eingeblasen werden muss.

Nachdem ich bereits den vorliegenden Theil meiner Erfahrungen bei der Analyse der Butterfette vollendet hatte, erschien eine Arbeit von Wollny, in welcher dargethan wurde, dass die Kohlensäure, welche bei der Verseifung von dem überschüssigen Kali aufgenommen wird, eine Erhöhung der flüchtigen Fettsäuren bewirke, da kein Indicator beim Titriren gegen Kohlensäure unempfindlich ist. Ausserdem bewirke die zu stark concentrirte Schwefelsäure 1 : 10, dass bei der Destillation sich zum Theil Aether der Fettsäuren mit den noch vorhandenen Spuren von

Alkohol bildeten nnd hierdurch Verluste einträten. Wollny schlägt daher vor, unter gänzlichem Abschluss gegen Kohlensäure mit 50proc. wässeriger Natronhydratlösung und 10 ccm Alkohol, sowie mit Schwefelsäure 25 : 1000 zu arbeiten.

Meine Versuche, die ich in dieser Richtung anstellte, ergaben nun, dass ersteres unnöthig ist, da bei der Verseifung der grössere Theil des Kalis an Fettsäuren gebunden wird, das noch ungebundene Kali dagegen anfangs wahrscheinlich durch die Alkoholatmosphäre, später durch Einschliessen mittels der Seife gegen den Einfluss der Kohlensäure der Luft ziemlich geschützt wird, so dass eine Bildung von kohlensaurem Kali kaum möglich ist.

Dagegen bin ich damit einverstanden, dass zur Verseifung statt 20proc. Kalilauge 14proc., entsprechend der Menge des von Wollny angewendeten Natronhydrates und nur 2,5proc. Schwefelsäure bei der Destillation zur Verwendung kommt, da ich auf diese Weise mit Wollny völlig übereinstimmende Resultate erhielt. Dass Kohlensäure beim Destilliren mit übergehen kann und dann bedeutende Abweichungen bedingt, ersah ich aus Versuchen, die ich mit reinem kohlensauren Kali anstellte.

Das 2 g KOH entsprechende kohlensaure Kali ergab bei der Destillation nach Meissl's Vorschrift (ohne Fettseifen) einen Verbrauch von 4,3—4,0—4,3 und 7,5 ccm 1/10 N.-K. pro 110 ccm Destillat. Kocht man jedoch vor der Destillation 10 Minuten lang am Rückflusskühler, so werden für das Destillat 0,2 bis 0,1 bis 0,2 ccm 1/10 N.-K. verbraucht, es ist also so gut wie sämmtliche Kohlensäure vor der Destillation verjagt.

Um nun zu sehen wie viel Kohlensäure bei der Meissl'schen Methode mit den flüchtigen Fettsäuren übergeht, kochte ich die mit Schwefelsäure zersetzten Seifen ebenfalls am Rückflusskühler 10 Minuten lang und erhielt folgende Vergleichsresultate:

	Ohne Rückflusskühler ccm 1/10 N.-K.	10 Min. am Rückflusskühler ccm 1/10 N.-K.
I.	26,0	26,0
	26,1	25,6
II.	28,2	28,0
	28,2	28,0

Die Differenzen sind also so unbedeutend, dass sie in die Grenzen der Versuchsfehler fallen. Man muss übrigens bei diesen Versuchen sehr vorsichtig sein, damit nicht auch durch Verflüchtigung der niedrigsten Fettsäuren Verluste eintreten. Dass die Kohlensäure ohne grossen Einfluss auf das Resultat ist, bemerkte ich schon in der früheren Arbeit, wo ich nach der Ansicht Schweissinger's die Zunahme der flüchtigen Säuren auf theilweise Oxydation des Alkohols anfangs schob. Es zeigte sich, dass bei der Verseifung eines Schweinefettes die Menge der flüchtigen Säuren viel geringer ist als bei der Destillation des eingedampften alkoholischen Kalis für sich.

Schweinefett ergab . . . . 0,6—1,0 ccm $^1/_{10}$ N.-K.
Alkoholisches Kali für sich . 1,6—2,0 „

Würde die Absorption von Kohlensäure bei der Verseifung nicht durch das Fett und die gebildete Seife verhindert, so müsste bei der Arbeit mit Schweinefett mehr Kohlensäure übergehen, da die Verseifung länger dauert, die Bedingungen zur Aufnahme von Kohlensäure daher günstiger sind. Ausserdem müssten die Resultate bei der Verseifung in offenen Porzellanschalen ebenfalls höher sein als im Kolben, da der Zutritt der Kohlensäure dort ein leichterer und durch Zerreiben der Seife mit dem Pistill zu Staub die Aufnahme begünstigt würde.

Die Kohlensäure kann also nicht die Ursache der Zunahme der flüchtigen Säuren sein, da eine Absorption derselben so gut wie ausgeschlossen erscheint.

Dass ein Zusatz von kohlensaurem Salz zur Seife die Versuchsresultate ändert, ergibt sich aus folgenden Versuchen. Es wurden Fettproben nach Meissl und nach Wollny verarbeitet, denselben Proben wurde dann vor der Destillation eine Messerspitze kohlensauren Kalis zugesetzt.

	Meissl ohne kohlens. Kali ccm $^1/_{10}$ N.-K.	Meissl mit kohlens. Kali ccm $^1/_{10}$ N.-K.	Wollny ohne kohlens. Kali ccm $^1/_{10}$ N.-K.	Wollny mit kohlens. Kali ccm $^1/_{10}$ N.-K.
1.	29,4	—	29,2	30,4
2.	26,6	27,3	26,8	27,0

Bei beiden Proben wurde übrigens erst so lange erwärmt bis die Fettschicht obenauf geschmolzen und hierdurch wahrscheinlich schon ein guter Theil Kohlensäure entfernt war, trotzdem zeigt sich eine regelmässige Steigerung der flüchtigen Säuren. Dieser Umstand mit den später folgenden übereinstimmenden Resultaten bei der Analyse nach Meissl und Wollny verglichen, spricht ebenfalls dafür, dass die Seife Kohlensäure so gut wie gar nicht absorbirt.

Die zweite Behauptung Wollny's, dass durch die concentrirte Schwefelsäure bei der Destillation mit den noch vorhandenen Spuren Alkohol die Fettsäuren Ester bildeten, wodurch die Menge der flüchtigen Säuren verringert würde, kann ich ebenfalls nicht unterstützen.

Bei genauer Arbeit ist erstens so gut wie gar kein Alkohol mehr vorhanden, ist aber Alkohol noch in der Seife, so erhält man sowohl mit Schwefelsäure 1 : 10, wie mit der von Wollny vorgeschriebenen 0,25 : 10 Verluste. Bei Abwesenheit von Alkohol ist jedoch bei concentrirterer Säure immer eine Zunahme der flüchtigen Säuren zu constatiren, ein Umstand, den ich ebenfalls durch die Spaltung nicht flüchtiger Säuren mir erkläre.

Die ersten vergleichenden Versuche, die ich nach Meissl und nach Wollny anstellte, gaben für erstere Methode immer höhere Resultate; den Grund dafür werde ich später anführen, wenn ich die übereinstimmenden Resultate nach beiden Methoden bringe. Es ist mir vorläufig hauptsächlich daran gelegen zu zeigen, dass erstens die umständliche Anwendung von 50 procentiger, wässeriger Natronlösung nicht nöthig ist und zweitens, dass die concentrirtere Säure keine Verluste, sondern eine Zunahme bedingt. Die Methode von Meissl wurde in der Art ausgeführt, dass der Alkohol sehr langsam, etwa in der Zeit von vier Stunden völlig verjagt wurde. Meine Resultate sind folgende:

	Nach Meissl pro 110 ccm Destillat ccm 1/10 N.-K.	Nach Wollny pro 110 ccm Destillat ccm 1/10 N.-K.
1.	26,4	25,0
	—	24,8

	Nach Meissl pro 110 ccm Destillat ccm $^1/_{10}$ N.-K.	Nach Wollny pro 110 ccm Destillat ccm $^1/_{10}$ N.-K.
2.	27,1	26,0
	26,9	26,0
3.	29,5	27,1 . . . 27,7 [1])
	29,2	27,2 . . . 27,9
	29,2	27,2 . . . 27,7
	29,2	27,5
Dasselbe Fett 3.		28,0 [2])
		27,7
		27,7 [3])
		27,6
		28,1

Lassen wir den Vergleich der Meissl'schen Resultate mit denen nach Wollny noch ausser Betracht, so ergibt sich, dass die Resultate nach Wollny durch Anwendung der bisher üblichen Kalilösung nicht beeinträchtigt werden, dass aber durch die concentrirte Schwefelsäure eine Steigerung hervorgebracht wird. Die Zahlen mit 50 proc. Natronlösung und Schwefelsäure 1 : 10 ergeben im Durchschnitt für dasselbe Fett 27,8 ccm $^1/_{10}$ N.-K. Mit der gewöhnlichen 20 proc. alkoholischen Kalilösung ebenfalls 27,8 ccm $^1/_{10}$ N.-K. Mit der entsprechenden 14 proc. alkoholischen Natronhydratlösung 27,8 ccm $^1/_{10}$ N.-K.

Ist der Alkohol jedoch nicht vollständig verjagt, so gibt eine Probe ganz nach Wollny auch mit der verdünnten Schwefelsäure folgende Zahlen:

Alkohol völlig verjagt ccm $^1/_{10}$ N.-K.	Alkohol nicht völlig verjagt ccm $^1/_{10}$ N.-K.
26,80	26,4
26,73	25,3

1) Bei Anwendung von Schwefelsäure 1 : 10.

2) Mit 20 proc. schon längere Zeit gestandenem alkoholischem Kali und Schwefelsäure 1 : 10, sonst nach Wollny's Vorschrift.

3) Mit 14 proc. alkoholischer Natronhydratlösung und Schwefelsäure 1 : 10 sonst nach Wollny.

Die Differenzen zwischen Meissl und Wollny klärten sich auf folgende Weise auf. Nimmt man sich die Mühe, den Alkohol der Meissl'schen Probe mittels eines Blasebalges rasch zu verjagen, so dass in spätestens einer halben Stunde die Seife gelöst werden kann, so stellen sich die Vergleichsproben wie folgt:

	Nach Meissl ccm $^1/_{10}$ N.-K.	Nach Wollny ccm $^1/_{10}$ N.-K.
1.	28,2—28,3	27,9—28,0
2.	28,2—28,4—27,9	27,9—27,5
3.	27,7—27,7 [1])	27,2—27,0
4.	9,0—8,8	8,5—8,4
5.	29,1—29,7	29,3—29,1

Es wurden also auf diese Weise Resultate erzielt, die mit den Wollny'schen schon ziemlich übereinstimmten und zugleich an Probe 3 gezeigt, dass das längere Erwärmen auf dem Wasserbade die flüchtigen Säuren vermehrt.

Die durchschnittlich immer noch etwas höheren Zahlen sind bei der Meissl'schen Methode auch hier auf die Anwendung concentrirterer Schwefelsäure zurückzuführen.

Nimmt man nun an Stelle der 20 proc. Kalilösung 14 proc., welche den 2 ccm 50 proc. Natronlösung bei Wollny entspricht und statt der Schwefelsäure 1 : 10, die von Wollny angegebene 0,25 : 10, so stellen sich die Resultate bei rascher Verseifung nach Meissl wie folgt:

	Nach Meissl mit 14 proc. Kalilösung und Schwefelsäure 0,25 : 10 ccm $^1/_{10}$ N.-K.	Nach Wollny ccm $^1/_{10}$ N.-K.
	26,9—26,6—26,4—26,4	26,8—26,8
Durchschnitt	26,6	
	bei nicht völliger Verjagung des Alkohols	
	25,3	25,3—26,4

Die obigen Resultate stimmen also zusammen, so gut man es für diese Methode überhaupt verlangen kann; denn Schwankungen von 0,4 ccm kommen auch nach der Wollny'schen Methode vor

1) 28—28,6 ccm fünf Stunden auf dem Wasserbade.

Die Ursache der höheren Meissl'schen Zahlen bei den ersten Vergleichsversuchen ist daher einzig in der längeren Verseifungsdauer zu suchen und stimmt diese Beobachtung wieder mit der von mir in der früheren Arbeit mitgetheilten Erfahrung überein, dass ein Körper im Butterfett enthalten sein müsse, der bei längerem Erwärmen bei Ueberschuss von Kali eine flüchtige Säure abspaltet.

Der Verlust durch Aetherbildung bei der Verseifung kann nach obenstehenden, übereinstimmenden Resultaten auch nicht gross sein, ausserdem könnte man ja die ersten fünf Minuten am Rückflusskühler verseifen.

Die Wollny'schen Proben bearbeitete ich ganz nach Vorschrift, nur fügte ich, um jeden Zutritt von Kohlensäure zu vermeiden, an dem Rückflusskühler oben ein Kalirohr an und destillirte die letzten Spuren Alkohol im luftverdünnten Raum mittels Saugpumpe ab.

Die Resultate meiner Arbeit möchte ich in folgenden Sätzen und Vorschlägen zusammenfassen:

Die Kohlensäure spielt entgegen der Wollny'schen Ansicht bei der Butterfettanalyse eine kaum nennenswerthe Rolle bei der Vermehrung der flüchtigen Säuren, dagegen wird durch die Wollny'sche Methode infolge des Abschlusses der Luft und durch rascheres Arbeiten eine Zersetzung der schon früher erwähnten leicht spaltbaren Fettsäuren vermieden. Arbeitet man dagegen nach Meissl rasch unter Anwendung von 14 proc. alkoholischer Kalilauge und 2,5 proc. Schwefelsäure mit Hilfe eines Blasebalges, so erhält man ganz dieselben Resultate wie nach Wollny.

(Die Differenz zwischen Meissl und Wollny bei meinen ersten Versuchen ist auf Rechnung der langen Verseifungsdauer und der Anwendung stärkerer Schwefelsäure zu setzen.)

1. Kohlensäureabsorption ist nicht zu fürchten.
2. Zu concentrirte Schwefelsäure bewirkt nicht, wie Wollny angibt, Abnahme, sondern Zunahme der flüchtigen Säuren. (Da bei genauem Arbeiten der Alkohol so gut wie gänzlich entfernt wird, durch concentrirtere Schwefelsäure aber ein Theil der flüchtigen Fettsäuren bereits zersetzt wird.)

3. Arbeitet man mit geringerer Kalimenge 1,4 g pro 5 g Fett und verdünnter Schwefelsäure 2,5 zu 100, so erhält man dieselben Resultate wie Wollny unter der Bedingung, dass man ebenso rasch wie Wollny arbeitet.

Nach meinen früheren Erfahrungen war mir daran gelegen zu bestimmen, welcher Antheil des Butterfettes die leichte Zersetzung erleidet und die Zunahme der flüchtigen Fettsäuren bedingt.

Zu diesem Zwecke wurden die von der Destillation des Butterfettes zurückgebliebenen festen Fettsäuren mit 1½ l heissem Wasser auf dem Filter ausgewaschen und davon je 5 g wieder verseift und der Destillation unterworfen.

Die eine Probe wurde sofort nach dem Verseifen in 100 ccm Wasser gelöst und mit 40 ccm der vorgeschriebenen Schwefelsäure destillirt.

Die zweite Probe wurde nach dem Verseifen in der Schale sechs Tage im Wassertrockenschrank auf ca. 96° erwärmt.

Probe 1 ergab nach der Destillation einen Verbrauch von 1 ccm $^1/_{10}$ N.-K., Probe 2 ergab dasselbe Resultat.

Eine andere Probe ergab bei sofortiger Destillation 2,1 ccm $^1/_{10}$ KOH nach 14tägigem Erwärmen 2,9 ccm $^1/_{10}$ KOH.

Durch die in den festen Fettsäuren enthaltenen Säuren konnte also die Zunahme nicht bedingt sein. Es lag nun nahe, diese leicht zersetzbare Säure unter den an und für sich flüchtigen Säuren zu suchen.

100 ccm flüchtiger Fettsäuren hatten 25,6 ccm $^1/_{10}$ N.-K. verbraucht, nach erneuter Verseifung und 14tägigem Erwärmen verbrauchten dieselben 26,6 und 26,8 ccm $^1/_{10}$ N.-K.

Eine andere Probe hatte 30,5 ccm $^1/_{10}$ N.-K. verbraucht, nach erneutem Verseifen, Erwärmen und Destilliren verbrauchte sie 29,4 und 30,0 ccm $^1/_{10}$ N.-K.

Die festen Fettsäuren einer dritten Probe ergaben nach nochmaliger Verseifung sofort destillirt 1,5 ccm $^1/_{10}$ N.-K. Nach achttägigem Erwärmen 1,76 ccm $^1/_{10}$ N.-K.

Also weder die festen noch die flüchtigen Fettsäuren konnten die in meiner ersten Arbeit erwähnte, enorme Steigerung der flüchtigen Säuren durch Zersetzung bewirken. Es blieb nun nur die eine Möglichkeit, dass in der schwefelsauren Lösung ein Körper enthalten sei, der nicht flüchtig, wohl aber leicht spaltbar sei.

Es wurden daher mehrere Versuche in dieser Richtung angestellt.

Der von den festen Fettsäuren befreite Schwefelsäurerückstand nach der Destillation nebst dem Waschwasser der festen Fettsäuren wurde von Neuem verseift und längere Zeit auf 99° erwärmt. Das davon erhaltene Destillat von 110 ccm verbrauchte in zwei Fällen 12,1 und 9,9 ccm 1/10 N.-K.

Von einer zweiten Doppelprobe wurde 1. sofort nach dem Verseifen von Neuem destillirt, 2. dagegen erst nach 20stündigem Erwärmen.

1. verbrauchte 2,8 ccm 1/10 N.-K. 2. dagegen 18,0 ccm 1/10 N.-K.

Es war in den Destillaten weder Schwefelsäure, noch schweflige Säure, noch auch Kohlensäure vorhanden.

Das Destillat reducirte stark alkalische Silberlösung, während die ursprünglichen flüchtigen Säuren so gut wie gar nicht reducirten.

Die nähere Untersuchung dieses Körpers, sowie dessen Spaltungsproducte, behalte ich mir für spätere Zeit vor.

Das Resultat und der Werth dieser Erfahrungen besteht vorläufig darin, dass eine von verschiedenen Seiten vorgeschlagene wiederholte Destillation zur Erlangung der gesammten flüchtigen Säuren völlig illusorisch wird, da eine fortschreitende Zersetzung stattfindet und eine absolute Zahl somit nicht erhalten werden kann.

Kritik der neueren auf dem Reichert-Meissl'schen Verfahren basirenden Butteruntersuchungsmethoden.

Von

Dr. Rudolf Sendtner

in München.

Die freie Vereinigung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie schloss sich im Jahre 1884 meinen Vorschlägen an, wonach zur Erkennung fremder Fettzusätze zum Butterfett in erster Linie die Reichert-Meissl'sche Untersuchungsmethode anzuwenden sei. Dass dieselbe in dieser Beziehung thatsächlich alles Wünschenswerthe leiste, wurde von den verschiedensten Seiten anerkannt. Als jedoch die Verhandlungen der Commission, welche zur Berathung des Gesetzentwurfes, betreffend den Verkehr mit Ersatzmitteln für Butter, in Berlin zusammengetreten war, an die Oeffentlichkeit gelangten, bildete sich eine gewisse Unsicherheit über den Werth dieser Methode heran, man war anfangs auf die durch dieses Gesetz geforderte umgekehrte Fragestellung, ob es mit Hilfe dieser Methode möglich sei, auch geringe Zusätze von Butterfett zu Margarin in der Kunstbutter nachzuweisen, nicht gefasst. Und als die auf Veranlassung der vereinigten deutschen Kunstbutterfabrikanten vorgenommenen Analysen von Kunstbutterproben bezüglich ihres Gehaltes an Butterfett bekannt und im Reichstag besprochen wurden, da war bald das Urtheil gefällt: Die Reichert-Meissl'sche Butterprüfungsmethode eignet sich nicht für die Erkennung geringer Zusätze von Butterfett zur Kunstbutter.

Mit dieser neuen Fragestellung war aber auch der Anstoss gegeben, die Fehler, die dieser Methode anhaften, aufzusuchen.

O. Schweissinger[1]) wies auf eine Fehlerquelle hin, die dadurch entstehen könnte, dass sich aus dem Alkohol Essigsäure bilde.

Diese Annahme erwies sich aber nach neueren Forschern als nicht zutreffend. Bald darauf erschienen in der Milchzeitung Wollny's[2]) Untersuchungen über die Reichert'sche Butterprüfungsmethode und ihre Anwendbarkeit für die Controle des Handels mit Butter und deren Ersatzmitteln. In dieser Arbeit finden sich nicht weniger als fünf Fehlerquellen der Meissl'schen Methode angeführt:

1. Fehler durch absorbirte Kohlensäure während der Verseifung bis zu + 10 %.
2. Fehler durch Aetherbildung bei der Verseifung (kann einen Verlust bis zu 8 % bewirken).
3. Fehler durch Aetherbildung bei der Destillation (kann das Resultat bis um 3 % vermindern).
4. Fehler durch die Cohärenz der Fettsäuren bei der Destillation (kann in extremen Fällen bis 30 % erreichen).
5. Fehler durch die Verschiedenheit in Form und Grösse der Destillationsgefässe und der Zeitdauer der Destillation (kann das Resultat bis um + 5 % alteriren).

Wollny schliesst nun »die Methode ist daher in ihrer bisherigen Form für die Fettanalyse gänzlich unbrauchbar.«

Haben andere, ältere Analytiker wie jüngst noch Geh. Hofrath Fresenius sich darauf beschränkt zu erklären, dass die ursprünglich für Butter ausgearbeitete und anerkanntermaassen für diese auch befriedigende Resultate liefernde Methode in ihrer jetzigen Form nicht zur Untersuchung von Margarinbutter geeignet erscheint, so erklärt Wollny die Methode schon für die Fettanalyse überhaupt gänzlich unbrauchbar.

Noch zweier Verbesserungsversuche der alten Methode habe ich zu gedenken. In der Chemikerzeitung veröffentlichte im Februar ds. Js. F. Goldmann[3]) eine Reihe von Artikeln über die Reichert-Meissl'sche Butterprüfungsmethode und die

1) Pharmaz. Centralh. 1887 N. F. Bd. 8 S. 320.
2) Milchzeitung 1887 Nr. 32, 33, 34 und 35.
3) Chem. Ztg. 1888 Nr. 12, 14, 18 und 20.

Wollny'sche Modification, worin auch über diese letztere, die sich rasch alles Vertrauen zu erwecken wusste, der Stab gebrochen wird; denn Goldmann entdeckte, dass eine einmalige Destillation zwar gleichbleibende aber unrichtige Resultate liefert, dass dagegen erst bei fortgesetzter Destillation Zahlen erhalten werden, welche sich immer mehr dem wirklichen Gehalt an flüchtigen Säuren nähern.

Im April ds. Js. gab nun noch Mansfeld[1]) eine »Modification der Reichert-Meissl'schen Butterprüfungsmethode.« In dieser Arbeit kommt Goldmann's Entdeckung schlecht weg, denn sagt Mansfeld: »Niemand ist es wohl eingefallen zu glauben, dass in genau 110 ccm die ganzen flüchtigen Fettsäuren überdestillirt seien.«

Die Methoden, welche Wollny, Goldmann und Mansfeld ausgearbeitet, kann ich als bekannt voraussetzen.

Nach der Ansicht Wollny's taugt die Reichert-Meissl'sche Butteruntersuchungsmethode in der von der genannten Vereinigung gewählten (von mir ausgearbeiteten) Form überhaupt nicht zur Fettanalyse. Das muss auch unbedingt zugestanden werden, wenn ihre Fehlerquellen wirklich diese Höhe erreichen, wie sie Wollny angegeben hat. Aber ausser Wollny's Analysen besitzen wir denn doch das reiche Untersuchungsmaterial früherer Forscher. Wenn wir uns in der vorliegenden Literatur umsehen, wenn wir uns die Mühe nehmen, die Arbeiten von Reichert, von Medicus und Scherer, von Legler, von Meissl, von Birnbaum, von Hanssen u. A. wieder einmal durchzulesen, wenn wir auch die in neuerer Zeit veröffentlichten Stimmen, namentlich von Woll[2]), von Cornwall und Shippen Wallace[3]) hören, so kann man sich doch unmöglich des Gedankens erwehren, dass Wollny in seinen Schlussfolgerungen bezüglich der Grösse der Fehler viel zu weit gegangen sein muss.

Ich habe schon früher (1881) die Brauchbarkeit dieser Methode für den Nachweis fremder Fette in Butter und Schmalz eingehend studirt und bin weder damals noch seither auf grössere Fehler

1) Milchzeitung 1888 Nr. 15.
2) Zeitschr. f. anal. Chem. 1887 S. 28.
3) Ebenda S. 317.

gestossen. Uebereinstimmend wurde bisher von allen Forschern, welche sich der Reichert-Meissl'schen Methode bedient haben, berichtet, dass bei Controlversuchen die Abweichung im Alkaliverbrauch zum Neutralisiren der Fettsäuren 0,4 ccm nicht überstieg. Wenn aber Wollny's Fehlergrössen richtig sind, dann ist es einfach ein Ding der Unmöglichbkeit, dass unter all diesen Analysen noch keine einzige vorgekommen ist, welche bei einer Controlbestimmung eine grössere Abweichung als 0,4 ccm Alkali ergeben hätte. Dann ist es auch nicht möglich, aus selbst präparirten Fettgemischen, deren Bestandtheile vorher nach Reichert-Meissl untersucht worden, quantitativ genau die Zusätze wieder zu bekommen.

In dieser letzteren Richtung möchte ich einmal wieder die Arbeiten von Reichert[1]), von Medicus und Scherer[2]), wie auch die meinigen[3]) in Erinnerung bringen. Von einer Unbrauchbarkeit der Reichert-Meissl'schen Methode zur Fettanalyse überhaupt kann keine Rede sein. Es frägt sich nur, ist diese Methode in ihrer bisherigen Form geeignet, Zusätze von Butterfett in der Margarine, wie sie das neue Gesetz gestattet, genau nachzuweisen? Dass dies nicht der Fall ist, muss allerdings zugestanden werden. Es frägt sich aber dann auch: genügen die Methoden Wollny's, Goldmann's und Mansfeld's dieser Anforderung? Dass auch dies nicht zutrifft, kann einem objectiven Urtheile nicht verborgen bleiben.

Ich habe mir die Mühe genommen, in erster Linie Wollny's Verfahren eingehend zu prüfen und auch die Meissl'sche Modification der Reichert'schen Methode noch einmal gründlich durchzuarbeiten, um allenfalls genauere Vorschriften für den Gang des Verfahrens aufzufinden.

Bei Beginn meiner Analysen nach Wollny habe ich zunächst sehr abweichende Resultate erhalten. Vor Allem betone ich, dass es darauf ankommt, dass die Verseifung des Fettes vollständig

1) Zeitschr. f. anal. Chem. Bd. 18 S. 68.
2) Ebenda Bd. 19 S. 160.
3) Jahresber. der Unters.-Station d. hyg. Instituts I u. II. München 1882. M. Rieger'sche Buchhandlung.

beendet ist, ehe man daran gehen darf, den Alkohol abzudestilliren. Als ich versuchsweise den Alkohol beim Verfahren Wollny's vor Beendigung der Verseifung zu verjagen begann, bemerkte man alsbald im ganzen Laboratoriumsraum starken Butteräthergeruch. Bei einem Schmalz, welches bei richtiger Ausführung 27,28 und 27,17 ccm Zehntel-Lauge erforderte, erhielt ich folgende Zahlen, je nachdem ich den Alkohol früher oder später abdestillirte.

1. 26,73
2. 25,96.

Bei einem zweiten Schmalz fand ich die richtigen Zahlen zu 26,73 und 26,84; dagegen bei zu früher Entfernung des Alkohols:

1. 22,00
2. 24,86.

Bei einem dritten endlich erhielt ich Zahlen von 28,4 bis 21,06 herab, eine Differenz, die einem Fehler von 27 % entsprechen würde. Ich könnte hier noch mehrere ähnliche Beispiele anführen, beschränke mich jedoch auf die einfache Constatirung der Thatsache, dass bei dem Wollny'schen Verfahren ein vorzeitiges Abdestilliren des Alkohols (von 96°) bei Fetten, die reich an flüchtigen Säuren sind, Verluste durch Aetherbildung hervorrufen kann bis zu 20 %. Wollny schreibt ausdrücklich vor »man erwärmt eine Viertelstunde lang am Rückflusskühler, erst dann wird der Alkohol abdestillirt.« Ich habe gefunden, dass diese Zeit für die vollständige Verseifung jedes Fettes ausreicht, vorausgesetzt, dass auch die weitere Angabe Wollny's »unter zeitweiliger Bewegung des Kolbens« strikte befolgt wird. Versäumt man dies, lässt man bequem den Kolben auf dem Wasserbade liegen, in der Erwartung, dass ein öfteres Durchschütteln des Kolbeninhaltes für den Gang der Verseifung ohne besondere Bedeutung ist, so kann es vorkommen, wie es auch mir anfangs ein paarmal passirte, dass die Verseifung unvollständig bleibt und dass man schliesslich ganz unbrauchbare Resultate erhält. Wenn der Kolbeninhalt homogen geworden und beim Umschütteln klar bleibt, dann ist die Verseifung (in der Regel nach 10—15 Min.) als beendet anzusehen.

Anderseits darf auch nicht zu lange am Rückflusskühler verseift werden, da hierbei neue Fehler durch Zersetzungsproducte entstehen können (vgl. S. 435).

Eine andere Klippe verdient ebenfalls Beachtung. Wollny schreibt vor: »Die klare Seifenlösung wird darauf noch kochend heiss mit 40 ccm Schwefelsäure und Bimssteinstückchen versetzt und der Kolben sofort mit dem Kühler verbunden.«

Verfährt man hier genau nach dieser Vorschrift »kochendheiss« dann ist, selbst wenn die Zugabe des Bimssteins und die Verbindung mit dem Kühler so schnell wie möglich erfolgt, die Gefahr nicht ausgeschlossen, mit dem entweichenden Wasserdampf Buttersäure zu verlieren. Ich sehe gar nicht ein, warum Wollny in der genauen Fassung seiner Methode, wie er sie am Schlusse seiner Arbeit bringt, nicht die Bemerkung beibehalten hat, die er einige Seiten vorher (S. 7 des Sep.-Abdruckes) vorgeschrieben, wo er sagt, dass die Seifenlösung durch darüberlaufendes Wasser auf 50—60° abgekühlt wird, ehe man die Schwefelsäure zugeben darf. Diese Abkühlung halte ich für unumgänglich nothwendig, auch Besana[1]) hat in seiner jüngsten Publication dieselbe beibehalten. Ich habe mich davon überzeugt, dass stark saure Dämpfe weggehen, wenn die Abkühlung versäumt wird; aber auch nach der Abkühlung muss die Verbindung mit dem Kühler sofort erfolgen.

Diese Bemerkungen reproducire ich nur zur Orientirung für alle diejenigen, welche mit diesem Verfahren zu thun bekommen. Jedenfalls soll darin kein Vorwurf gegen die Methode erblickt werden.

Bei der Goldmann'schen Modification kann ich mich kürzer fassen. Wer dieselbe mehrmals probirt hat, wie ich es gethan, wird kaum die grosse Zeit und Mühe für ein im Grunde verfehltes Unternehmen aufwenden wollen. Das Verfahren ist ja keineswegs neu, ich verweise auf die Worte Meissl's[2]):

»Es lässt sich nicht die Gesammtmenge der flüchtigen Fettsäuren des Butterfettes durch die Destillation mit Wasser gewinnen, wie schon Hehner angab und Reichert bestätigte; doch geht, wenn man gleiche Mengen Butterfett anwendet und

1) Le Stazioni sperimentali agrarie italiane, 1888, Bd. 14.

2) Dingler's polyt. Journal 1879 Bd. 233 S. 231.

gleiche Mengen Flüssigkeit abdestillirt, dieselbe Menge flüchtiger Säuren in das Destillat über, was durch Controlanalysen, deren Resultate höchstens um 0,4 ccm von einander abweichen, nachgewiesen werden konnte.« Dies ist im Jahre 1879 geschrieben, und im Jahre 1888 entdeckt Goldmann, dass das Reichert-Meissl'sche Verfahren, auch jenes von Wollny falsch sei, da nur ein Bruchtheil des wahren Gehaltes des Butterfettes an flüchtigen Fettsäuren gefunden wird.

Die Ausführung dieses Verfahrens erlaubt übrigens dem Arbeitenden nicht, sich von den Flammen zu entfernen, da die Schaumbildung der Seifenlösung beim Einleiten von Dampf fortwährend stört, also die Flammen immer regulirt werden müssen. Ferner ist durch die übermässig lange Ausdehnung der Destillation nur die Möglichkeit gegeben, neue Fehler einzuführen [1]).

Mansfeld hat auch keinen neuen Gedanken aufgegriffen. Schon Legler [2]) hat, um einen Verlust durch Aetherbildung vorzubeugen, an Stelle der alkoholischen Lauge wässerige Natronlauge empfohlen; wegen des ausserordentlich langsam und schwierig sich vollziehenden Verseifungsprocesses fand aber dieser Vorschlag wenig Anklang. Legler hat aber anderseits den Fehler begangen, die Verseifung in offener Schale auszuführen, wodurch die Bedingungen für Kohlensäureabsorption geradezu gegeben waren. Aus diesem Grunde hat Legler für fremde Fette, wie Talg, Schweinfett etc. abnorm hohe Zahlen gefunden. Mansfeld dagegen hat diesem Uebelstand, durch Wollny's Arbeit aufmerksam gemacht, abgeholfen. Aber die Schwierigkeit der Verseifung und die unverhältnismässig lange Zeitdauer dieser Operation bleiben bestehen und beeinträchtigen die Brauchbarkeit dieser Modification. Dass ein Zeitraum von 2 Stunden für die Verseifung genüge, habe ich keineswegs durchgehends bestätigt gefunden; ich beobachtete Fälle, und zwar bei reinem Butterfett, wo selbst

---

1) Neuerdings scheint Goldmann selbst zu der Ueberzeugung gelangt zu sein, dass sein Verfahren keine Vortheile biete. Chem. Zeitung 1888 Bd. 12 S. 1143.

2) 8. u. 9. Jahresber. der chem. Centralstelle f. öffentl. Gesundheitspflege zu Dresden S. 59 ff.

nach 2½ stündiger Verseifungsdauer im Trockenschrank (bei 80 bis 100 ° C.) die Verseifung unvollständig geblieben ist. In diesen Fällen war die heisse Seifenlösung nie klar zu bekommen, sondern stets mehr oder weniger stark von unverseiftem Fett getrübt und beim Titriren kamen zu geringe Werthe zum Vorschein.

Sollte denn das Meissl'sche Verfahren wirklich so ganz bei Seite zu setzen sein?

Ich habe mir, wie schon erwähnt, die Mühe genommen, die Methode nach allen Richtungen hin wiederholt eingehend im Vergleiche mit Wollny's Modification zu prüfen.

In erster Linie handelt es sich hierbei um strikte Befolgung der Vorschrift, ferner aber darum, nichts zu verschieben und zu unterbrechen: in einem Zuge muss gearbeitet werden.

Alle Aufmerksamkeit ist dem Umstande zu schenken, dass ein geschmolzenes, heisses Fett beim Erkalten sich alsbald entmischt; es muss daher stets dafür Sorge getragen werden, dass durch öfteres Umrühren sowohl beim Filtriren der zur Analyse gewählten Probe wie auch beim Abwägen der 5 g ein homogenes Product erhalten wird. Aus dem gleichen Grunde ist es ferner nöthig, dass beim Filtriren stets die ganze im Trichter befindliche Quantität abgelaufen ist, ehe vom Filtrat 5 g abgewogen werden. Diese Vorschrift erachte ich für alle auf der Reichert-Meissl'schen Methode basirenden Verfahren in gleichem Maasse erforderlich. Besana hat in seiner oben citirten Arbeit auf diesen Umstand ebenfalls hingewiesen.

Was nun zunächst die Fehler betrifft, welche durch Kohlensäureaufnahme beim Verseifen nach unserer Vorschrift entstehen können, so ist diese Möglichkeit bei der nicht genügenden Präcision dieser Vorschrift gewiss zuzugeben. Ich habe 1884 vorgeschlagen: »ist klare Lösung des Fettes erfolgt, so verjagt man den Alkohol unter öfterem Einblasen von Luft.« Wollny bemerkt dazu, dass durch Einblasen von Luft aus der Respirationsluft muthwillig eine reichliche Menge von Kohlensäure zugeführt wird. Wollny hat 3 Versuche als Beweis für die Grösse der Fehlerquelle, die durch Kohlensäureaufnahme entstehen kann, angegeben. Einmal wurden 4 ccm Kalilauge und 6 ccm Alkohol

unter häufigem (!) Einblasen von Luft auf dem Wasserbade zur Trockne gebracht. Das zweitemal wurde der Kolben schräg auf das Wasserbad gelegt und die Flamme nach der Seite der Kolbenmündung hin gerückt, das Lufteinblasen aber weggelassen. In beiden Fällen wird der gleiche Alkaliverbrauch (2,2 ccm) angegeben. Zuletzt wurden 4 ccm Kalilauge direct mit Wasser und Schwefelsäure destillirt; Verbrauch 0,8 ccm Zehntel-Lauge.

Diese Angaben kann man aber nicht als Beweis für die Unbrauchbarkeit der Methode gelten lassen. Denn es ist durchaus nicht dasselbe, ob beim Lufteinblasen ohne Fett, nur mit Lauge allein, oder ob auch mit einem Fett gearbeitet wird. Es ist ja klar, dass die Gefahr der Bildung von kohlensaurem Alkali in dem Maasse abnimmt, als mehr Alkali zur Verseifung benöthigt wird. Die Zahlen, welche im ersten Falle erhalten werden, können nicht als die richtigen Werthe für sogenannte blinde Versuche gelten. Ich habe mir immer in der Weise geholfen, dass ich die 5 g Fett durch die gleiche Menge Paraffin (Schmelzpunkt 45 ° C.) ersetzte. So bekam ich die richtigen Zahlen, nämlich 0,4 bis 0,6 ccm Zehntelalkali. Bei Verwendung von Lauge allein aber erhielt ich 0,6—1,7. Ja diese letzteren Zahlen konnten noch gesteigert werden, wenn ich den Begriff »öfter« auf stundenlanges Lufteinblasen ausdehnte, nämlich bis zu 3 ccm. Aber wie gesagt, diese Versuche mit Lauge allein können nicht maassgebend sein für die Angabe der durch Kohlensäureabsorption erwachsenden Fehlergrösse der Meissl'schen Methode.

Vor allem ist also hier die Zeitdauer genauer anzugeben, denn ich habe erfahren, dass das Einblasen von Luft zur Entfernung der letzten Alkoholreste wirklich auf Stunden ausgedehnt worden ist. So hatte ich die Sache allerdings nicht gemacht. Ich verweise an dieser Stelle auf das später geschilderte, von mir eingehaltene Verfahren und bemerke jetzt nur, dass ich mich bei allen Analysen durch Controlversuche überzeugt habe, dass bei genauer Beachtung dieser Vorschrift kein irgendwie maassgebender Fehler durch Kohlensäureabsorption entsteht.

Den zweiten Versuch Wollny's, der ja zu demselben Resultat, wie das muthwillige Lufteinblasen geführt, kann ich füglich

übergehen, da der Kolben auf das Wasserbad zu stellen, nicht aber zu legen und die Flamme unter dem Wasserbade auch nicht nach der Kolbenmündung hinzurücken ist.

Ich nehme zu dem Fehler, welcher durch das Einblasen von Luft entstehen kann, gleich noch zwei andere, da auch sie mit der Kohlensäure zusammenhängen. Fürs Erste darf nur absolut reines aus Alkohol wiederholt umkrystallisirtes Aetzkali, das nicht bloss frei von Nitraten und Chloriden, sondern auch von Carbonaten ist, verwendet werden, wie überhaupt der Reinheit der Reagentien alle Aufmerksamkeit zu schenken ist. Die alkoholische Lauge bereite ich mir stets in geringen, dem Bedarf entsprechenden Quantitäten. Ich gebe hier gleich die Vorschrift: 20 g aus Alkohol umkrystallisirten Aetzkalis werden in 100 ccm 70 proc. Alkohols in der bekannten Weise[1]) gelöst; die Lösung bleibt luftdicht verschlossen bis zur vollständigen Klärung (Abscheidung des kohlensauren Kalis) stehen. Erst dann wird sie in ein für den Gebrauch verwendetes Glas abgehoben. Vorsichtshalber ist auch ihr Gehalt zu bestimmen. Die zur Verseifung nöthigen 10 ccm dürfen natürlich nicht durch die Pipette geblasen werden. Blinde Versuche, die ich mit dieser Lauge gemacht — sie hielt sich über 1 Monat unverändert, denn die Rothfärbung hat nichts zu bedeuten — ergaben Zahlen von 0,4—0,6 ccm Zehntel-Lauge.

Fürs Zweite aber darf die vom Alkohol befreite trockene Seife ebensowenig wie die Lösung derselben stehen bleiben — etwa über Mittag, oder gar über Nacht, wie ich das schon erfahren habe — sondern sofort sind 100 ccm Wasser zuzugeben. Bei einer Unterbrechung der Arbeit an dieser Stelle habe ich oft ganz unbrauchbare Resultate, Differenzen von 1 ccm, bekommen.

Nun kommen die Fehler durch Aetherbildung bei der Verseifung und bei der Destillation, welche nach Wollny einen Verlust bis zu 8 % bewirken können.

Dass bei reinem Butterfett durch Verseifen mit alkoholischer Lauge eine geringe Menge Buttersäure sich als Aether verflüchtigt,

1) Vgl. III. u. IV. Jahresbericht der Untersuchungsstation des hygien. Institutes zu München (M. Rieger 1885) S. 12.

hat man längst gerochen. Es wurde auch schon von verschiedenen Seiten auf die Gefahr hingewiesen, die durch die Aetherbildung hier unzweifelhaft entstehen müsse. Daher Meissl schwächeren Alkohol und Legler gar nur wässerige Kalilauge angewendet haben.

Ich habe oben bei Besprechung der Gefahr, welche die Anwendung eines 96 proc. Alkohols nach Wollny's Angabe mit sich bringt, gesagt, dass der Verlust durch Aetherbildung bei nicht sorgfältiger Beachtung der Vorschrift bis über 20 % betragen kann.

Um zu erfahren, wie gross der Fehler bei dem Meissl'schen Verfahren sein könne, habe ich mehrere Versuche in der Weise angestellt, dass die eine Reihe so lange am Rückflusskühler unter öfterem Umschütteln erhitzt wurde, bis die Verseifung beendet war, was in 10—15 Minuten geschah, während die andere Reihe nach dem Meissl'schen Verfahren, wie ich es weiter unten schildern werde, ausgeführt wurde.

Nr.	Ohne Rückflusskühler	Mit Rückflusskühler	Differenz
1	22,05	22,38	+ 0,33
2	27,70	27,70	± 0,00
3	28,21	28,00	— 0,21
4	27,95	28,33	+ 0,38

Die grösste Abweichung von 0,38 ccm entspräche einem Fehler von 1,4 bis 1,5 %. So gross also, wie sie Wollny hingestellt hat, ist die Gefahr, welche nach dem Meissl'schen Verfahren durch Aetherbildung bei der Verseifung entstehen kann, selbst bei Fetten, die reich an flüchtigen Säuren sind, nicht[1]. Wenn bei solchen Fetten während des Verseifungsprocesses nach dem Meissl'schen Verfahren auch eine Aetherbildung zu bemerken ist, so hat dies für die Untersuchung von Margarine,

1) Vgl. meine Bemerkung im III. u. IV. Jahresbericht d. Unters.-Station des hygien. Institutes zu München S. 10—16.

die nach den gesetzlichen Bestimmungen nur geringe Mengen von flüchtigen Säuren enthalten kann, weniger Bedeutung mehr. Da spürt selbst das feinste Reagens, die Nase, nichts mehr von Aetherbildung.

Bei Anstellung der eben mitgetheilten Versuchsreihe habe ich beobachtet, dass es nicht gleichgültig ist, wie lange am Rückflusskühler mit alkoholischer Lauge erhitzt wird; schon nach 3/4 stündiger Dauer tritt eine Zersetzung ein[1]), welche einen Mehrverbrauch von 2 bis 2,4 ccm Zehntelkali bedingt.

Versuche am Rückflusskühler.

Nr.	1/4 Stunde	3/4 bis 1 Stunde	Differenz
1	26,70	28,60	+ 1,90
2	27,70	30,10	+ 2,40
3	28,00	30,00	+ 2,00

Was die Aetherbildung bei der Destillation anbelangt, so ist von vornherein klar, dass der Fehler, wenn er überhaupt maassgebend ist, bei Wollny eher grösser sein muss. Denn der zurückbleibende Alkoholrest beschränkt sich bei der Wollny'schen Modification nicht auf Spuren (1 g!) wie bei Meissl. Wollny nimmt vorsichtigerweise, um den Fehler, der hierdurch entstehen könnte, zu eliminiren, eine schwächere Schwefelsäure zur Zersetzung der Seife (1 : 40). Die Bedingung für eine Aetherbildung ist aber damit nicht ausgeschlossen, wie Mansfeld nachwies; derselbe führte neben dem Wollny'schen Verfahren auch Versuche in der Weise aus, dass der Alkoholdampf durch trockene, kohlensäurefreie Luft vollständig verjagt wurde. Der Unterschied betrug hier 0,7 ccm, das entspräche 2,6 %.

Der grösste Fehler, den Wollny gefunden, kommt auf die Cohärenz der Fettsäuren, derselbe soll bis 30 % betragen.

1) Vgl. dazu die Beobachtungen v. Raumer's im Archiv f. Hygiene 1888 S. 421. v. R. glaubt, dass ein Körper im Butterfett enthalten ist, der bei längerem Erwärmen durch Ueberschuss von Kali eine flüchtige Säure abspaltet. Die Kohlensäure bleibt hier jedenfalls aus dem Spiele.

Worauf gründet Wollny diese Behauptung? Auf einen einzigen Versuch, es ist Nr. 135 unter seinen 261 Nummern, wo statt 28,65 ccm nur 20,15 ccm Zehntel-Lauge erforderlich waren. Bei diesem Versuch hatte Wollny nämlich die Seifenlösung vollständig erkalten gelassen. Die aus der dick gallertartig erstarrten Lösung durch Schwefelsäure abgeschiedenen Fettsäuren bildeten infolgedessen einen fest zusammenhängenden, weichen Klumpen, welcher sich erst gegen das Ende der Destillation vertheilte und zum Schmelzen kam.

Ich habe gerade mit Berücksichtigung dieses Umstandes viele Versuche ausgeführt, dabei aber das Gegentheil gefunden, nämlich, dass es gar nicht von Belang ist, ob die abgeschiedenen Fettsäuren längere Zeit einen zusammenhängenden Kuchen bilden oder bei Beginn der Destillation schon klar schmelzen. Ja ich ging auf Grund dieser Versuche so weit, die Lösung der Seife vor dem Säurezusatz gar nicht erst abzuwarten, sondern sofort mit dem Kühler zu verbinden und anzuheizen. Und das Resultat war stets das gleiche. Ich gebe hier nur einige Belege wieder.

Nr.		Fettschichte erst gegen Ende der Destillation klar	Fettschichte bei Beginn der Destillation klar	Differenz
1	110 ccm Destillat	9,02	9,18	± 0,16
2		9,13	8,91	— 0,22
3		26,12	26,23	+ 0,11
4		10,50	10,50	± 0,00
5		26,67	26,84	+ 0,17
6		1,81	1,76	— 0,05.

Also mit dem Fehler durch Cohärenz der Fettsäuren bis zu 30 % hat Wollny entschieden Unrecht.

Beachtung verdient dagegen der letzte von Wollny als Fehlerquelle gerügte Umstand, Verschiedenheit in Form und Material[1]) der Gefässe. Ich habe mich auch davon

1) Wollny sagt »in Form und Grösse«.

überzeugen können, dass man in der Wahl der Kühler vorsichtig sein muss; kurze Kühler gaben ganz fehlerhafte Zahlen.

Nr.	Kurzer Kühler 33 ccm	Langer Kühler 56 ccm	Differenz
1	25,57	26,29	0,72
2	8,65	9,51	0,86.

Ferner habe ich mit Glaskolben aus schlechtem Material die übelsten Erfahrungen gemacht. Glassorten, welche beim Verseifen des Fettes angegriffen, matt werden, sind ganz unbrauchbar. Ich erhielt damit Differenzen von 1 ccm und darüber.

Dagegen hat die Zeitdauer der Destillation wieder nicht den Einfluss, der ihr von Wollny zugeschrieben wird. Ich habe mir in letzter Zeit bei etwa 50 Analysen die Zeitdauer der Destillation genau notirt, dieselbe schwankte von 35 bis 75 Minuten. Aber niemals konnte ich einen auffallenden Unterschied bemerken.

Ich gebe nun die ausführliche Beschreibung des von mir angewendeten Verfahrens nach Meissl, welche sich von der früheren in unseren Vereinbarungen aufgenommen nur durch grössere Präcision, bedingt durch die peinlichere Fragestellung, unterscheidet.

5 g des vollkommen klar filtrirten und gut durchmischten Butterfettes werden mit einer geeigneten Pipette in einen Rundkolben von 300—350 ccm Rauminhalt abgewogen und auf das kochende Wasserbad gestellt. Zu dem geschmolzenen Fett lässt man aus einer Pipette unter Vermeidung des Einblasens 10 ccm der alkoholischen Kalilauge von bekannter Concentration (20 g KOH in 100 ccm Alkohol von 70° Tr.) fliessen. Unter zeitweiliger Bewegung des Kolbens lässt man den Alkohol zum grössten Theil weggehen; es tritt bald (nach 7 Min.) Schaumbildung ein, die Verseifung geht zu Ende und die Seife wird zähflüssig; sodann bläst man in geringen Zwischenräumen mit einem Hand- oder Tretblasebalg einigemale Luft ein unter gleichzeitiger schüttelnder Bewegung des Kolbens. In 15, längstens in 25 Minuten ist die Verseifung und die Entfernung des Alkohols bewerkstelligt. Man lässt nun sofort 100 ccm destillirtes Wasser aus einer Pipette zufliessen und

erwärmt den Kolbeninhalt noch einige Zeit mässig, während der Kolbenhals lose bedeckt bleibt, bis der grösste Theil der Seife vollkommen klar gelöst ist. Zu der etwa 50° warmen Lösung fügt man sofort 40 ccm verdünnter Schwefelsäure (1 : 10) und drei erbsengrosse Bimssteinstückchen. Die Verbindung mit dem Kühler (Länge des Kühlraumes nicht unter 50 cm) hat ebenfalls sofort zu geschehen. Das Destillat wird in einem auf 110 ccm geaichten, absolut reinen Kölbchen aufgefangen. Sobald genau 110 ccm übergegangen sind (nach 30—75 Min.) mischt man den Inhalt durch Schütteln und filtrirt durch ein reines, trockenes Filter genau 100 ccm in ein sorgfältig gereinigtes Gefäss ab. Das Filtrat wird mit 3—4 Tropfen Phenolphtaleïn versetzt und mit $^1/_{10}$ Baryt- oder Natronlauge bis zur bleibenden Rothfärbung titrirt. Um die letzten Spuren des filtrirten Destillates nicht zu vernachlässigen, giesst man in das Gefäss, welches das Filtrat aufgenommen, zurück und wieder in dasjenige, in welchem titrirt wurde, und gibt noch einige Tropfen Zehntel-Lauge zu, bis wiederum die Rothfärbung anhält. Nach dem Titriren ist das Destillat stets auf Schwefelsäure zu prüfen. Sollten beträchtlichere Mengen übergerissen sein, dann wird die Schwefelsäure im Destillate quantitativ zu bestimmen und der dafür berechnete Verbrauch an $^1/_{10}$ Alkali in Abzug zu bringen sein, wenn man nicht vorzieht, eine neue Probe anzusetzen.

Die ganze Arbeit ist für den Geübten in $2^1/_2$ Stunden ausgeführt. Unterbrechungen sind stets zu vermeiden. Ein blinder Versuch zur Prüfung der Reinheit der Reagentien ist in der Weise auszuführen, dass an Stelle des zu prüfenden Fettes 5 g Paraffin vom Schmelzpunkt 45° genommen werden. In zweifelhaften Fällen sind stets Controlversuche zu machen und daraus der Mittelwerth zu ziehen. Auf absolute Reinheit der Reagentien, Gefässe, der Filter, Kühler u. s. w. ist besonders zu sehen.

Nach diesem Verfahren habe ich seither über 50 Fettanalysen ausgeführt und alle mit Wollny's Modification controlirt. Die hierbei gewonnenen Resultate gebe ich hier wieder.

Nr.	Gegenstand	Meissl	Wollny	Differenz von Meissl gegen Wollny
1	Echtes Butterfett (Schmalz)	26,89	26,50	+ 0,39
2	" "	27,40	27,20	+ 0,20
3	" "	27,60	27,30	+ 0,30
4	" "	27,28	26,84	+ 0,44
5	" "	26,89	26,73	+ 0,16
6	" "	28,60	28,30	+ 0,30
7	" "	26,50	26,01	+ 0,49
8	" "	26,89	26,50	+ 0,39
9	" "	28,65	28,40	+ 0,25
10	" "	26,40	25,80	+ 0,60
11	" "	26,29	25,79	+ 0,50
12	" "	25,96	26,18	— 0,22
13	" "	25,74	25,52	+ 0,22
14	Zweifelhaftes Butterfett	25,40	25,08	+ 0,32
15	" "	24,80	25,00	— 0,20
16	Gefälschtes Butterfett	11,22	11,05	+ 0,17
17	" "	11,44	11,11	+ 0,33
18	" "	9,30	9,70	— 0,40
19	" "	9,84	9,90	— 0,06
20	" "	9,07	8,45	+ 0,62
21	" "	8,58	8,20	+ 0,38
22	Margarine	1,32	0,83	+ 0,49
23	"	1,15	0,58	+ 0,57
24	"	1,34	0,88	+ 0,46
25	"	1,32	0,88	+ 0,44
26	"	1,32	0,77	+ 0,55
27	"	1,32	0,71	+ 0,61
28	"	1,40	0,77	+ 0,63
29	"	1,37	1,04	+ 0,33
30	"	1,37	1,10	+ 0,27
31	"	1,32	1,10	+ 0,22
32	"	1,04	0,66	+ 0,38
33	"	1,27	1,04	+ 0,23
34	"	1,27	0,99	+ 0,28

Nr.	Gegenstand	Meissl	Wollny	Differenz von Meissl gegen Wollny
35	Margarine	0,93	0,79	+ 0,16
36	„	0,82	0,77	+ 0,05
37	„	0,99	0,77	+ 0,22
38	Margarin	0,77	0,33	+ 0,44
39	„	0,66	0,38	+ 0,28
40	„	0,55	0,44	+ 0,11
41	„	0,55	0,38	+ 0,17
42	„	0,66	0,33	+ 0,33
43	„	0,71	0,38	+ 0,33
44	„	0,55	0,44	+ 0,11
45	„	0,66	0,38	+ 0,28
46	Schweinefett, 2 Jahre alt	2,42	1,87	+ 0,55
47	„ „ „	2,42	2,09	+ 0,33
48	„ frisch	0,71	0,38	+ 0,33
49	Baumwollenstearin frisch	0,82	0,55	+ 0,27
50	„ „	0,82	0,38	+ 0,33
51	Sesamöl, selbst gepresst	0,66	0,55	+ 0,11
52	Coccosnussbutter	7,05	6,82	+ 0,23

Die grösste Abweichung beider Methoden unter einander beträgt hier (bei Nr. 28) + 0,63 ccm Zehntelalkali = 2,4 %. In der Regel gibt das Wollny'sche Verfahren ein geringes minus gegen das Meissl'sche, nur in einigen (4 unter 52) Fällen bekam ich das Umgekehrte. Ich glaube, dass der Grund hiervon darin zu suchen ist, dass bei dem ersteren Verfahren geringe Verluste durch Aetherbildung bei der Destillation infolge des zurückbleibenden Alkoholrestes (bis zu 1 g) unvermeidlich sind.

Bei Controlanalysen nach Wollny's Verfahren erhielt ich Differenzen bis zu 0,40 ccm Zehntelalkali (= 1 ½ %), ein Fehler, der dem bei der Meissl'schen Methode beobachteten ganz gleich kommt.

Die Nummern 22—31 stellen Margarineproben und die Nummern 38—45 das dazu verwendete Margarin, unter amtlicher Controle aus einer Münchener Fabrik entnommen, vor.

Am besten wird die Schärfe, oder wenn man will, die Unzulänglichkeit der beiden Methoden illustrirt durch Analysen selbst bereiteter Mischungen, deren Einzelbestandtheile vorher nach Meissl und nach Wollny analysirt wurden. Ich habe mir Mischungen bereitet, welche in ihrem Gehalt an Butterfett sich den in Münchener Margarinefabriken üblichen Verhältnissen nähern.

Mischung mit	gefunden		Differenz	
	nach Meissl	nach Wollny	nach Meissl	nach Wollny
I. 1,500 % Butterfett	1,524	1,228	+ 0,024 %	+ 0,272 %
II. 1,921 „	2,931	2,794	+ 1,010	+ 0,873
III. 2,112 „	2,931	2,571	+ 0,819	+ 0,459

Nach Meissl wurde hier um 1 % und nach Wollny um 0,9 % zu viel Butterfett gefunden. Goldmann gibt den grössten Fehler bei selbstbereiteten Gemischen zu 1,34 % und Mansfeld zu 0,7 % an. —

Noch Einiges über die Frage: wie wird der Gehalt an Butterfett berechnet?

Bisher hatte Meissl's Formel $B = 3{,}875\,(n-3)$ Geltung. Ich habe schon früher [1]) darauf hingewiesen, dass mir dieser Werth 3 für b viel zu hoch erschiene. Denn meine im Jahre 1881 ausgeführten Analysen der zur Kunstbutter gewöhnlich verwendeten fremden Fette, ergaben den Mittelwerth 1. Ich habe mir neuerdings nach dem präcisirten Verfahren die Mühe genommen, eine Reihe solcher Fette wiederholt zu untersuchen und fand die Mittelzahl 0,7. Dieselbe Zahl hat Mansfeld für fremde Fette in seiner Formel $B = 3{,}736\,(n - 0{,}7)$ eingesetzt. Meine, schon vor Erscheinen der Mansfeld'schen Arbeit von mir praktisch verwendete Formel, die sich durchgehends bewährt, ist mit dieser analog. Ich nahm die Mittelzahl 27,7 für Butterfett aus den seit 1880 von mir untersuchten unzweifelhaft echten Butter- und

1) I. und II. Jahresber. der Unters.-Anstalt d. hyg. Instituts in München. Rieger'sche Univers.-Buchhandlung 1882 S. 25.

Schmalzproben und 0,7 für fremde Fette aus 8 verschiedenen in der Margarinefabrication in Bayern gebräuchlichen Fettarten.

Analysen von fremden in der Margarinefabrication verwendeten Fetten.

Margarin Nr. I	0,72	Mittel 0,7
„ „ II	0,68	
„ „ III	0,55	
„ „ IV	0,60	
Schweinfett (frisch)	0,71	
Sesamöl (frisch)	0,60	
Gemisch von Margarin und Sesamöl	1,15	
Baumwollenstearin (vegetab. Margarin)	0,82	

a wird dann $= 3{,}7$, mehr Decimalen anzufügen hat keinen Zweck. Diese Zahl ist aber nichts anderes, wie ich später bemerkte, als die Hälfte von Reichert's Werth für $a = 7{,}3$. $B = 100$ und $100 = a\,(n - b) = a\,(27{,}7 - 0{,}7)$; $100 = a \times 27$. $a = \frac{100}{27} = 3{,}704$. Also $B = 3{,}7\,(n - 0{,}7)$.

Und $n = \left(\frac{1}{a} \times B\right) + b; = (0{,}27 \times 100) + 0{,}7 = 27{,}7$.

Bei Wollny, der überhaupt etwas niedrigere Zahlen findet, wird $a = 3{,}5$ (genau 3,535) und $b = 0{,}36$. Es ist nun klar, dass es ein und dasselbe ist, ob ich nach Meissl um einige Zehntel mehr Alkali verbrauchte als nach Wollny, im ersten Falle ist der Werth für b, der ja abgezogen wird, um einige Zehntel höher, im anderen kleiner; der Fehler gleicht sich also bei der Berechnung durch die Formel aus.

Noch Eines ist hier zu bemerken: Wollny bringt Correcturen an, d. h. ausser der für fremde Fette erforderlichen Correctur, noch eine zweite. Er zerlegt nämlich die b entsprechende Zahl in jene, welche für einen blinden Versuch ohne Fett nöthig war, und in jene, welche mit Hinzufügen des sog. fremden Fettes erhalten wurde. So z. B. ohne Fett für Natronlauge allein 0,3 und für Natronlauge + Fett 0,36; erst die Differenz 0,06 setzt er für b ein. In der gleichen Weise corrigirt er dann den für n

gefundenen Werth; z. B. Verbrauch für einen blinden Versuch: 0,30 ccm.

Verbrauch für n: 0,85
„ „ b: 0,36.

Hier rechnet nun Wollny

$$\begin{array}{rcr} 0{,}85 & \text{und} & 0{,}36 \\ -\,0{,}30 & & -\,0{,}30 \end{array}$$

corrigirter Werth für $n = 0{,}55$ und für $b = 0{,}06$.

Also $B = 3{,}5\,(0{,}55 - 0{,}06) = 3{,}5 \times 0{,}49 = 1{,}7\,\%$;
das ist aber dasselbe wie

$$B = 3{,}5\,(0{,}85 - 0{,}36) = 3{,}5 \times 0{,}49 = 1{,}7\,\%.$$

Das kann man sich also ersparen. Eine doppelte Correctur ist nur geeignet, Confusion anzurichten. Es genügt, sich zu überzeugen, dass die Reagentien rein seien, dass die von Wollny und von mir resp. von Mansfeld angegebenen Werthe für b nicht wesentlich überschritten werden. b haben wir eben als die Summe der Zahlen für blinde Versuche + fremde Fette aufzufassen. Ich habe hier nur die bei uns in Bayern gebräuchlichen fremden Fette im Auge. Bei Verwendung von Gemischen aus Margarin + Coccosfett würde sich bei Wollny wie bei Meissl die Formel als unbrauchbar erweisen, wie ich dies schon vor 7 Jahren [1]) nachgewiesen habe.

Aus dem Vorstehenden ist zu ersehen, dass sich die Meissl'sche Methode noch so weit vervollkommnen lässt, dass sie mit der Wollny'schen Modification sehr wohl concurriren kann. Es ist möglich, dass sie von anderer Seite noch weiter ausgebildet wird. Das aber kann man meiner Ueberzeugung nach von keiner Untersuchungsmethode verlangen, dass sie einige Zehntelprocent Butterfett in der Margarine anzeigt. Wir können nach keiner Methode mit Bestimmtheit erklären, ob eine Margarine mit 4 oder schon mit 5 % Butterfett gemischt ist.

Ich stimme Mansfeld vollkommen bei, wenn er sagt, Unterschiede von 1 % sind weder nach seiner noch nach der

1) I. und II. Jahresber. der Unters.-Anstalt d. hyg. Instituts in München. Rieger'sche Univers.-Buchhandlung 1882 S. 25.

Methode von Wollny mit Sicherheit nachzuweisen und erkläre das Gleiche von der Meissl'schen Methode in ihrer präcisirten Gestalt. Den Grund hierfür haben wir aber weniger in Mängeln der Methoden als vielmehr in den eigenthümlichen Entmischungsverhältnissen des Butterfettes sowie darin zu suchen, dass Buttersorten in ihrem Gehalt an flüchtigen Fettsäuren, je nach ihrer Herkunft, beträchtlichen Schwankungen unterliegen, eine Thatsache, die sich mit keiner Methode aus der Welt schaffen lässt.

Ueber die Veränderungen des Bieres in Flaschen.

Von

A. Hilger.

(Aus dem Laboratorium für angewandte Chemie der Universität Erlangen.)

Bei der Beurtheilung des Bieres von Seiten der Sachverständigen spielt eine bedeutende Rolle eine Vorfrage, welche sich mit der Art und Weise der Probeentnahme, des Versandtes mit Einschluss der Verpackung der zu untersuchenden Bierproben zu beschäftigen hat. Eine jede Bierprobe, welche bei mangelhafter Probeentnahme nicht in entsprechender Verpackung vorgelegt wird, sollte von dem Sachverständigen nicht zur Untersuchung angenommen werden. In dieser Richtung einheitliche Vorschriften hinsichtlich der Probeentnahme, Wahl der Flaschen, Korke, Verpackung etc. festzustellen, bleibt ein auf dem Gebiete der Lebensmittelcontrole vorhandenes dringendes Bedürfnis.

Nicht nur in der erwähnten Richtung Vorschläge zu machen, oder Bestimmungen festzustellen, sollen die folgenden Mittheilungen dienen, sondern nur die Resultate einer Versuchsreihe festzustellen, welche dazu bestimmt war, die Veränderungen des Bieres beim Aufbewahren in Flaschen unter verschiedenen Verhältnissen kennen zu lernen. Zu diesem Zwecke wurde eine Sorte Erlanger Bier in 9 dunkelgrüne Flaschen gefüllt, welche vollkommen rein, vor dem Einfüllen sterilisirt waren, mit neuen, vorher sterilisirten Korken verschlossen wurden. Je 3 Flaschen wurden in einem Keller von 4° mittlerer Temperatur, 3 Flaschen bei einer Temperatur zwischen 6 bis 8° schwankend und je 3 Flaschen einer Temperatur zwischen 17 bis 19° ausgesetzt. Nach 14 Tagen, 3 Wochen und 4 Wochen fanden Untersuchungen der fraglichen Biere statt und zwar wurden die entstandenen Trübungen, Absätze

mikroskopisch genau geprüft, ebenso Bestimmungen von Alkohol, der Gesammtacidität (in ccm Normalalkali ausgedrückt), sowie der Menge der flüchtigen Säuren vorgenommen. Bei der Feststellung der letzteren wurden 75 ccm Bier bis zur zähen Syrupconsistenz abdestillirt und in dem Destillate die Neutralisation mittels 1/10 Normalkali vorgenommen und zwar wurde bei sämmtlichen Bieren diese Manipulation eingehalten.

Nach 14 Tagen hatten sich, wie vorauszusehen war, in sämmtlichen Flaschen Bodensätze gebildet, welche am stärksten in jenem Biere zur Entwickelung kamen, welches bei 17 bis 19° gestanden hatte. Bei dem Biere, welches bei 4° gestanden hatte, konnten nach 4 Wochen nebst Eiweissgerinnsel nur Hefezellen im Bodensatze nachgewiesen werden, denen vereinzelt der Milchsäurebacterien ähnliche Formen beigemengt waren. Bei den übrigen Bierproben, besonders bei jenen, welche bei 17 bis 19° gestanden waren, waren neben Eiweissausscheidung Hefenzellen, mit Sicherheit Essig- und Milchsäurebacterien schon nach 14 Tagen nachzuweisen.

Das Bier, welches zu den Versuchen benützt wurde, zeigte im Betreffe des Alkoholgehaltes, Gehaltes an Gesammtsäure, sowie flüchtigen Säuren folgende Verhältnisse:

Alkohol	4,17 % (Gewichts)
Gesammtsäure in ccm Normalkali	1,5 ccm
Flüchtige Säuren in ccm Normalkali . . .	0,12 ccm

Die Resultate der Untersuchung der Biere in derselben Richtung nach 14 Tagen, 3 und 4 Wochen sind folgende:

Bier, im Keller bei 4° aufbewahrt:

	nach 14 Tagen	3 Wochen	4 Wochen
Alkohol	4,03 %	3,99 %	3,86 %
Gesammtsäure in ccm N.-K. .	1,64	1,76	1,80
Flüchtige Säuren in ccm N.-K.	0,13	0,19	0,22

Bier, bei Temperaturen zwischen 6 und 8° aufbewahrt:

	14 Tagen	3 Wochen	4 Wochen
Alkohol	4,03 %	3,99 %	3,86 %
Gesammtsäure in ccm N.-K. .	1,7	1,8	1,82
Flüchtige Säuren in ccm N.-K.	0,15	0,21	0,22

	14 Tagen	3 Wochen	4 Wochen
Alkohol	3,98 %	3,98 %	3,77 %
Gesammtsäure in ccm N.-K. .	2,06	2,22	2,36
Flüchtige Säuren in ccm N.-K.	0,3	0,34	0,36

Die vorliegenden Resultate beweisen zur Genüge, dass Biere von normaler Beschaffenheit, welche unter entsprechenden Vorsichtsmaassregeln gefüllt und aufbewahrt wurden, längere Zeit unverändert bleiben oder nur geringe Veränderungen, speciell in der Acidität, zeigen.

Ich wurde bei dieser Arbeit in erfolgreicher Weise von Herrn Dr. Peters aus Braunschweig unterstützt.

Zur quantitativen Bestimmung der Mineralsäuren, speciell der Salz- und Schwefelsäure im Essig.

Von

A. Hilger.

(Aus dem Laboratorium für angewandte Chemie der Universität Erlangen.)

Studien über quantitative Bestimmung der Fuselöle, speciell der Bestimmung der aus den Alkoholen durch Oxydation erzeugten flüchtigen Fettsäuren führten mich zu einer Verwendung des Methylviolettes und zwar B 2 Nr. 56 (Farbenfabrik Bayer & Comp. in Elberfeld), welches bekanntlich bei der Prüfung des Essigs auf freie Mineralsäure gute Dienste leistet.

Neutralisirt man nämlich eine verdünnte Essigsäure mit Normal-Kali bei Anwendung von neutralem Lackmuspapier mittels Tüpfelung, concentrirt diese Flüssigkeit auf ein kleines Volumen und setzt 2 bis 3 Tropfen einer Methylviolettlösung (0,1 in 1000 Theilen) hinzu, so lässt sich mit Normalschwefelsäure in der Wärme bei 60 bis 70° bis zur eintretenden Farbenänderung in blau bis grün das Natriumacetat vollkommen zersetzen.

Die verbrauchte Menge Normalschwefelsäure ist äquivalent der Menge Normalkali, welche zur Neutralisation der Essigsäuren ursprünglich verbraucht wurde. Nach zahlreichen Versuchen konnte diese Reaction Verwerthung finden und führte zu folgender Methode der quantitativen Bestimmung:

Ist in einem Essig mit Hilfe von Methylviolett die Gegenwart von freier Schwefelsäure oder auch Salzsäure nachgewiesen, und es ist die quantitative Bestimmung dieser freien Mineralsäuren beabsichtigt, so verfährt man folgendermaassen:

»20 ccm des fraglichen Essigs werden mittels der Tüpfelgewebe mit Normalkali vollkommen neutralisirt, die neutrale

Flüssigkeit bis auf den 10. Theil eingedampft, mit einigen Tropfen der Methylviolettlösung versetzt, bis auf etwa 3 bis 4 ccm mit Wasser verdünnt und heiss mit Normalschwefelsäure bis zum Farbenübergange, der sehr scharf eintritt, versetzt. Die verbrauchte Normalschwefelsäure wird vom verbrauchten Normalkali abgezogen, der bleibende Rest an Normalkali auf die vorhandene Mineralsäure berechnet. Es kann auch in der Siedhitze am besten in einer Porzellanschale gearbeitet werden.«

Folgende Beleganalysen mögen die Brauchbarkeit der Methode beweisen, welche selbstverständlich auch in analogen Fällen Verwendung finden kann.

1. Essig mit 4 % Essigsäure, welcher einen absichtlichen Zusatz von 0,5 % H_2SO_4 erhielt.

   20 ccm = 15,3 ccm Normalkali zur Neutralisation.

   Verbrauch an Normalschwefelsäure in der concentrirten Flüssigkeit bis zur Blaufärbung = 13,3 ccm. Differenz ist 2,0 ccm. 20 ccm des Essigs enthalten 0,1 H_2SO_4, welche 2,04 ccm Normalkali zur Neutralisation verlangen.

2. Essig mit 4 % Essigsäure und 0,2 % H_2SO_4.

   20 ccm verbrauchten 14,15 ccm N.-K. Verbrauch an Normalschwefelsäure = 13,3 ccm. Differenz: 0,85 ccm N.-K.

   Die in 20 ccm dieses Essigs vorhandene Menge Schwefelsäure verlangt zur Neutralisation 0,81 ccm N.-K.

   Bei 4 Proben wurden übereinstimmende Resultate erhalten.

3. Essig mit 4 % Essigsäure und 0,1 % H_2SO_4.

   20 ccm Essig verbrauchten 13,7 ccm N.-K.; Normalschwefelsäure wurde bis zur Blaufärbung 13,3 ccm verbraucht. Differenz = 0,4 ccm N.-K., welche 0,0196 H_2SO_4 anzeigen, während in 20 ccm des Essigs 0,02 H_2SO_4 enthalten sind.

   Weitere Versuche ergaben, dass bei einem Schwefelsäuregehalt von 0,05 % in Essig die Reaction nicht mehr zuverlässig ist.

4. Essig mit 4 % Essigsäure und 0,5 % Salzsäure.

20 ccm verbrauchten 16,0 ccm N.-K., die neutralisirte Flüssigkeit bedarf 13,3 ccm (Mittel aus 3 Bestimmungen mit 13,25, 13,35 und 13,30 ccm) Normalschwefelsäure. Differenz 2,7 ccm N.-K. = 0,1 HCl (= 0,5 %).

5. Essig mit 4 % Essigsäure und 0,25 % HCl.

20 ccm = 14,7 ccm N.-K. Neutralisirte Flüssigkeit = 13,34. (Mittel aus 2 Bestimmungen.) Differenz = 1,4 ccm Normalnatron, welche 0,049 HCl entsprechen anstatt 0,05.

6. Essig mit 4 % Essigsäure und 0,1 % Salzsäure.

20 ccm = 13,8 ccm N.-K. Die neutrale Flüssigkeit verlangt bis zur Blaufärbung 13,30 ccm Normalschwefelsäure. Differenz = 0,5 ccm N.-K., welche entsprechen 0,02 HCl = 0,1 % HCl.

Herr Dr. Thylmann unterstützte mich in dankbarer Weise bei diesen Versuchen.

Ueber die Producte der alkoholischen Gärung mit specieller Berücksichtigung der Glycerinbildung.

Von

Victor Thylmann und A. Hilger.

Bei den Producten der alkoholischen Gärung, sowie der Gärung zuckerhaltiger Fruchtsäfte, sowie zuckerhaltiger Flüssigkeiten überhaupt, sind es besonders die Glycerinmengen, welche in ihren Schwankungen bei der Beurtheilung des Weines die Aufmerksamkeit der Sachverständigen auf sich zogen, besonders durch die Arbeiten und Mittheilungen von Müller-Thurgau, sowie auch E. List[1]) veranlasst. Die Verhältnisse zwischen Alkohol und Glycerin (auf 100 Theile Alkohol 7 bis 14,4 Glycerin) geriethen in ihrem Werthe in's Schwanken, welches noch nicht vollständig wieder in den Hintergrund getreten ist.

Mit Hinblick auf diese Thatsachen schienen Versuche am Platze, vor Allem dazu bestimmt, zu erfahren, wie es mit der Glycerinbildung bei reinen Zuckerlösungen stände, welche mit Hefe unter den verschiedenartigsten Bedingungen in Gärung versetzt werden. In dieser Richtung einen Beitrag su liefern, wurde eine grössere Versuchsreihe eingeleitet, welche beabsichtigte, die Gärungsproducte in ihren Mengen unter den verschiedenartigsten Gärungsbedingungen kennen zu lernen und zwar in der Weise, dass

a) Gärungsversuche mit verschiedenen Lösungen von Zuckerarten (Rohrzucker, Traubenzucker, Dextrose, Maltose,

---

1) Bericht über die 5. Versammlung der freien Vereinigung bayrischer Vertreter der angew. Chemie S. 94.

Laevulose, Raffinose) bei verschiedenen Temperaturen bei Luftzutritt und Luftabschluss durchgeführt wurden,

b) diese Versuche mittels reiner, normaler Bierhefe, sowie Reinculturen (aus der Versuchsstation München, Director Aubry) mit und ohne Nährstoffe für die Hefe angestellt und

c) bei diesen Versuchen auch auf die Dauer der Gärung Werth gelegt wurde.

Bei allen Versuchen wurden in den Producten der Gärung quantitativ bestimmt: Glycerin, Alkohol, freie Säuren, der noch unvergorene Zucker; auch wurde in einzelnen Fällen die Bernsteinsäure bestimmt.

In Betreff der Methoden, nach welchen diese Bestimmungen ausgeführt wurden, sei erwähnt, dass die bei der Untersuchung des Weines im Kreise der Sachverständigen üblichen Methoden gewählt wurden, bei Bestimmung der Säuren sowohl die Gesammtsäuremenge festgestellt wurde, als auch die flüchtigen Säuren. Letztere wurden in der Weise bestimmt, dass in dem bei der Alkoholbestimmung enthaltenen Destillate die Neutralisation mit $^1/_{10}$ Normalkali vorgenommen wurde, ausserdem noch in dem betreffenden bei der Alkoholbestimmung erhaltenen Destillationsrückstande nach Zusatz von Phosphorsäure die Destillation bis zur Syrupsconsistenz fortgesetzt wurde und abermals das so erhaltene weitere Destillat ebenfalls neutralisirt wurde.

Sämmtliche Gärungsversuche gelangten in der Art zur Ausführung, dass Gefässe und Lösungen stets vor der Gärung sterilisirt und nach Vollendung resp. sofort nach Unterbrechung derselben die erhaltenen Flüssigkeiten in einem mit Rückflusskühler versehenen Kolben zur Tödtung der Hefezellen einige Zeit höheren Temperaturen ausgesetzt wurden, worauf, nach dem Erkalten in ein ebenfalls zuvor sterilisirtes Gefäss filtrirt und darin die vergorenen Flüssigkeiten zur weiteren Verarbeitung aufbewahrt wurden.

I. Versuchsreihe.

Der Zweck dieser Versuchsreihe war, vorerst den Einfluss der Temperaturen auf den Gärungsverlauf zu ermitteln. Die

Gärungen wurden mit je 500 ccm einer reinen 20 proc. Rohrzuckerlösung unter Zusatz von je 50,0 g gut ausgewaschener, lebensfähiger Bierhefe ausgeführt und zwar bei 15 ° C., 25 ° C., 35 ° C. und bei Zimmertemperatur.

Dabei wurde einmal bei Luftzutritt vergoren, indem das Gefäss nur mit Watte leicht verschlossen war und sonst bei Luftabschluss. Die Gärungen unter letzterer Bedingung wurden in der Art durchgeführt, dass das Gärungsgefäss mit einem durchbohrten sterilisirten Korke, in welchen eine Glasröhre eingeführt war, luftdicht verschlossen wurde. Von der Glasröhre aus führte ein Gummischlauch, in dessen anderem Ende wiederum ein kleines gebogenes Röhrchen steckte, so in eine Wanne, dass das Rohrende mit Wasser überschichtet war und das Gas also unter Wasser entweichen musste.

Tabelle I.

	I.	II.	III.	IV.
	Luftabschluss	Luftabschluss	Luftabschluss	Luftzutritt (Watteverschluss)
Dauer der Gärung	25 Tage	10 Tage	10 Tage	10 Tage
Temperatur während der Gärung	15 ° C.	25 ° C.	35 ° C.	Zimmertemperatur
Unvergorener Zucker in %	0,10	0,6	6,25	0,16
Alkohol Gew. %	9,14	9,6	5,45	8,75
Alkohol Vol. %	11,35	11,9	6,80	9,75
Glycerin in %	0,1498	0,300	0,268	0,252
Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100:	1,638	3,12	4,91	2,58
Anzahl der verbrauchten ccm Zehntelnormalkalilösung für 100 ccm Destillates	3,6	5,6	5,2	5,0
Das verbrauchte Normalkali auf Essigsäure berechnet	0,021	0,033	0,031	0,03

Bei Nr. 1 wurde die Temperatur mittels eines Thermoregulators genau geregelt und verlief die Gärung langsam, aber sehr regelmässig. Vergleichen wir die erhaltenen Zahlen, so ist,

wie dieses schon lange constatirt, die Temperatur von grossem Einfluss auf den Verlauf der Gärung. Abgesehen von I, welches bei der niederen Temperatur entsprechend länger gärte, sehen wir, dass die Temperatur von 35 ° C. die Gärung bedeutend verlangsamte, dabei ist es jedoch auffallend, dass, während hier noch 6,25 % unvergorener Zucker vorhanden sind, die Glycerinbildung schon so weit vorgeschritten ist, dass sie bereits mehr beträgt als bei II und IV, welche nur noch geringe Mengen unvergorenen Zuckers enthalten. Der Verlauf der Gärung war bei 35 ° C. auch viel unregelmässiger als bei den anderen Temperaturen. Bei der niedrigen Temperatur von 15 ° C. ist die Glycerinbildung auffallend in den Hintergrund getreten und ist bei keinem anderen Versuche je wieder dieselbe in so geringer Menge beobachtet worden.

Das Verhältnis des Glycerins zu Alkohol ist bei weiteren Versuchen im Durchschnitt so gefunden worden, dass auf 100 Theile Alkohol 4,64 Glycerin kommen, was mit den Versuchen von Cloudon und Morin, auf welche wir später eingehender zurückkommen, nahezu übereinstimmt.

Dass der Alkoholgehalt öfter etwas zu gering gefunden wird, beobachtete A. Mayer und schreibt dieses theils dem Entweichen von Alkoholdämpfen mit der Kohlensäure, theils der Entwickelung fremder Organismen zu [1]). Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass ein Theil des Zuckers von der Hefe zu ihrer Ernährung verbraucht wird.

II. Versuchsreihe.

Dieselben Zuckerlösungen wie bei der ersten Reihe wurden mit denselben Hefemengen vergoren, bekamen jedoch einen Zusatz von Nährstoffen, um zu beobachten, welche Wirkungen dadurch auf die Gärung hervorgebracht werden. Zu diesem Zwecke wurde eine Nährstoffmischung, bestehend aus

1,0 Pepsin,

1,0 saurem phosphorsaurem Kali,

1) Untersuchungen über die alkoholische Gärung, den Stoffbedarf und dem Stoffwechsel der Hefepflanze von Dr. A. Mayer, Heidelberg 1869, S. 19.

0,5 schwefelsaurer Magnesia,
0,5 phosphorsaurem Kalke,

den Zuckerlösungen zugesetzt. Es wurde bei Luftabschluss vergoren und die eine Gärung bei 25 ° C., die andere bei 30 ° C. durchgeführt.

Tabelle II.

	I.	II.
Dauer der Gärung	5 Tage	5 Tage
Temperatur während der Gärung	25 ° C.	30 ° C.
Unvergorener Zucker in %	1,40	0,65
Alkohol in Gew. %	8,59	8,73
Alkohol in Vol. %	10,70	10,85
Glycerin in %	0,396	0,394
Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100:	4,61	4,50
Anzahl der verbrauchten ccm Zehntelnormalkali für 100 ccm des Destillates	2,93	3,66
Verbrauchte Normalkalilösung auf $C_2H_4O_2$ berechnet	0,017	0,021

III. Versuchsreihe.

Diese Versuchsreihe wurde unter Anwendung von Dextrose und Laevulose angestellt. Es sind hier zwei Sorten Traubenzucker in Anwendung gezogen worden, von welchen die eine aus der Merck'schen Fabrik in Darmstadt stammte und als chemisch rein, crystallisirt und wasserfrei bezeichnet, während die andere als amerikanischer Traubenzucker von H. Trommsdorff in Erfurt bezogen war. Die Laevulose, ebenfalls von E. Merk, war zwar von gutem Aussehen, erwies sich jedoch nicht als rein und hinterliess beim Verbrennen einen Rückstand; mit Alkohol gab sie keine Fällung. Von einem Zusatz von Nährstoffen wurde hier abgesehen. Die Dextrose wurde in 20 proc., die Laevulose in 15 proc. Lösung angewendet und die Gärung unter gleichen Umständen in Scene gesetzt wie oben, bei Luftabschluss und einer Temperatur von 25 ° C.

Nach 9 Tagen zeigte sich keine Kohlensäureentwickelung mehr und wurde daher die Gärung unterbrochen.

Tabelle III.[1])

	I.	II.	III.
	20 proc. Lösung von amerik. Traubenzucker	20 proc. Lösung von chemisch rein. cryst. wasserfreiem Traubenzucker	15 proc. Lösung von Laevulose
Unvergorener Zucker in % . .	1,15	0,1	0,25
Alkohol { Gew. %	8,61	8,59	5,64 (7,85)
Alkohol { Vol. %	10,70	10,5	7,03 (9,37)
Glycerin in %	0,3141	0,2746	0,116 (0,154)
Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100:	3,64	3,19	2,05
Anzahl der verbrauchten ccm Zehntelnormalkalilösung für 100 ccm Destillates	7,33	5,33	2,86 (3,81)
VerbrauchteNormalkalilösung auf Weinsäure berechnet . . .	0,0439	0,0319	0,0171 (0,0228)

Vergleicht man mit dieser Tabelle noch die Reihe II der Tabelle I, welche die Resultate einer unter denselben Verhältnissen vergorenen Rohrzuckerlösung enthält, so findet man im Ganzen Uebereinstimmung. Dass die Dextrose und Laevulose stets etwas weniger Alkohol und überhaupt alle Gärungsproducte in geringerer Menge liefern, liegt klar auf der Hand, da der Rohrzucker um 5 % wasserärmer ist als Glycose, weshalb sämmtliche Gärungsproducte in erhöhtem Maasse zu erwarten sind.

IV. Versuchsreihe.

Bei dieser Versuchsreihe wurden die Vergärungen durchgehends bei Luftzutritt durchgeführt, d. h. die Gärungskolben alle nur mit einem Watteverschluss versehen. Vergoren wurde Rohrzucker, die beiden Arten Traubenzucker und Laevulose. Die Temperaturen wurden verschieden gewählt und Nährstoffe keiner der Lösungen zugesetzt.

1) Die Zahlen in Klammern sind auf 20 proc. Laevuloselösung berechnet, um zum besseren Vergleich zu dienen.

Tabelle IV.

	I.	II.	III	IV.	V.	VI.
	20 proc. Lösung von Rohrzucker	20 proc. Lösung von Rohrzucker	20 proc. Lösung v. chem. reinem Traubenzucker	20 proc. Lösung von amerik. Traubenzucker	15 proc. Lösung von Laevulose	20 proc. Lösung von Rohrzucker
Dauer der Gärung . .	12 Tage	12 Tage	12 Tage	12 Tage	14 Tage	11 Tage
Temperatur während der Gärung	35° C.	25° C.	25° C.	25° C.	25° C.	15 bis 17° C.
Unvergorener Zucker in %	5,60	0,3	0,5	0,25	0,1	0,1
Alkohol in Gew. % .	4,825	8,59	8,55	8,96	3,21 (4,28)	9,09
Alkohol in Vol. % .	6,05	10,67	10,6	11,2	4,0 (5,35)	11,30
Glycerin in %	0,1917	0,424	0,410	0,3865	0,2315 (0,308)	0,3305
Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100: . .	3,97	4,93	4,79	4,92	7,19	3,74
Anzahl der verbr. ccm Zehntelnormal-KOH für 100 ccm des Destillates	5,2	7,46	5,2	5,8	8,53 (11,37)	4,93
Verbrauchte Normalkalilösung auf Weinsäure berechnet	0,0312	0,0447	0,0312	0,0349	0,0511	0,0295

Hierbei zeigte sich, dass die 5 ersten Lösungen sofort sehr energisch zu gären begannen, Nr. I jedoch sehr bald nachliess. Dass übrigens die Temperatur von 35° C. entschieden von ungünstigem Einfluss auf den Verlauf der Gärung ist, tritt auch hier wieder zu Tage, indem bei gleicher Zeitdauer wie bei Nr. II, III und IV noch 5,6% Zucker unvergoren blieben. Während es sonst der Fall zu sein scheint, dass die Glycerinbildung gerade im Anfang der Gärung schon auftritt, ist dieselbe hier bei I ebenfalls auf eine kleinere Zahl herabgedrückt. Im Ganzen sind die Zahlen für die Glycerinmenge bei dieser offen vergorenen Reihe etwas höher, als sie bei Luftabschluss beobachtet wurden, während die Bernsteinsäurebildung hier durchweg vermehrt erscheint. Nr. VI ist hier bei Luftzutritt in weniger als der halben Zeit vergoren, als unter ähnlichen Bedingungen (Tab. I, 1) bei Luftabschluss (es war hier der heissen Witterung wegen leider nicht möglich, die Gärung, wie beabsichtigt, ebenfalls bei genau 15° C. durchzuführen; die Temperatur schwankte zwischen 15 bis

17 ° C.). Die Producte sind annähernd dieselben wie bei jenem ersten Versuche, eine Ausnahme macht die Glycerinbildung, welche dort auf ein Minimum herabgedrückt ist, während sie hier die Durchschnittszahl der übrigen Versuche erreicht. Es wird demnach die Glycerinbildung bei Luftzutritt vermehrt.

An diese Versuche reihte sich nun noch eine

V. Versuchsreihe

an, bei welcher Lösungen (es wurde hier der Rohrzucker gewählt) verschiedener Concentration der Gärung unterworfen wurden und zwar eine Lösung, welche nur die Hälfte Zucker enthielt (10 %), während zwei andere Proben vermehrte Zuckermengen (30 % und 40 %) enthielten. Es wurden je 2 Versuche angestellt, wovon unter denselben Bedingungen immer der eine bei Luftzutritt, der andere bei Luftabschluss vergoren wurde. Die Temperatur war 25 bis 27 ° C.

Es hatte hierbei den Anschein, als ob nach ca. 6 Tagen alle Flüssigkeiten vergoren wären; als jedoch die Gärung unterbrochen und die Resultate festgestellt waren, zeigte sich, dass die concentrirten Lösungen nur zum geringen Theile vergoren waren und noch grosse Mengen unvergorenen Zuckers enthielten, woraus zu schliessen war, dass es der Hefe doch an der nöthigen Nahrung gefehlt hat. Die Hefe war im Verhältnis zum Zuckergehalt der Lösungen zugesetzt; zu den Versuchen I und II je 20,0 g auf 500 ccm; zu den Versuchen III und IV je 60,0 g und zu Nr. V und Nr. VI je 80,0 g auf dieselbe Menge. Die 10 proc. Lösung vergärte vollkommen normal. (Siehe Tab. V folgende Seite.)

Bei diesen Vergärungen (d. h. bei den concentrirteren Lösungen) ist die starke Acidität auffallend und zwar ist sie stets bei den offen vergorenen Lösungen stärker, als bei denjenigen, welche bei Luftabschluss die Gärung durchgemacht haben. Auf die stark vermehrte Glycerinbildung (Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100 : 11,78) sei ferner hingewiesen.

Bei allen bis jetzt angeführten Versuchen wurde mit gut ausgewaschener Bierhefe gearbeitet, bei den nun folgenden Versuchsreihen wurden die Gärungen mit einer Reincultur von Hefe

eingeleitet und durchgeführt. Alle Gegenstände, welche bei der Arbeit in Anwendung kamen, wurden auf das sorgfältigste sterilisirt, um alle fremde Organismen fern zu halten. Auf weitere Producte als Alkohol und Glycerin wurde keine Rücksicht genommen, zumal die Mengen Flüssigkeit, welche hier in Arbeit genommen werden konnten, nur klein waren. Die Versuche wurden in der Art vorgenommen, dass bei der ersten Versuchsreihe die Gärung zu verschiedenen Zeiten unterbrochen wurde; vergoren wurde Rohrzucker und Traubenzucker in 15 proc. Lösung.

Tabelle V.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	10 proc. Lösung von Rohrzucker		30 proc. Lösung von Rohrzucker		40 proc. Lösung von Rohrzucker	
	offen	Luftabschluss	offen	Luftabschluss	offen	Luftabschluss
Dauer der Gärung	6 Tage	6 Tage	6 Tage	6 Tage	6 Tage	6 Tage
Temperatur während der Gärung	25 bis 27° C.	25 bis 27° C	25 bis 27° C.	25 bis 27° C.	25 bis 27° C.	25 bis 27° C.
Unvergorener Zucker in %	0,05	nur noch Spuren	12,5	11,5	28,125	26,80
Alkohol in Gew. %	4,569	4,87	8,00	8,93	5,76	5,87
Alkohol in Vol. %	5,715	6,10	9,95	11,08	7,19	7,32
Glycerin in %	0,191	0,245	0,435	0,443	0,679	0,4385
Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100:	4,18	5,04	5,43	4,96	11,78	7,47
Anzahl der ccm Zehntel-Normal-KOH, welche 100 ccm des Destillates verlangen	4,0	2,26	10,80	9,60	25,23	14,13
Verbrauchte Normalkalilösung auf Weinsäure berechnet	0,024	0,0135	0,064	0,057	0,1513	0,0847

Bei diesen Vergärungen mit reinen Hefeculturen wurde die Ernährungsfrage der Hefe nochmals in Erwägung gezogen und zwar wurde dieses Mal eine andere Nährlösung gewählt, welche von M. Hayduck mit Erfolg angewendet worden ist. Es enthält diese Lösung kein Pepsin, sondern Asparagin ausser den früher

ebenfalls zugesetzten Salzen. Der Erfolg war ein überraschender, indem die Gärung in derselben Zeit bei den mit Nährflüssigkeit versetzten Lösungen fast um das doppelte so schnell ging, als ohne Nährstoffzusatz. Die Nährflüssigkeit besteht nach Hayduck aus:

25,0 g saurem phosphorsaurem Kali,
8,5 g cryst. schwefelsaurer Magnesia und
20,0 Asparagin zu 1 l.

Von dieser Lösung wurden auf 100 ccm einer 15 proc. Zuckerlösung 25 ccm zugesetzt, resp. in den 100 ccm der zu vergärenden Flüssigkeit waren 15,0 g Zucker und die Nährstoffe, welche 25 ccm der Nährlösung entsprechen, enthalten. Bei einer anderen Versuchsreihe wurde wieder Rücksicht genommen auf den directen Zutritt der Luft und den Abschluss derselben, während bei einer dritten Reihe andere Zuckerarten der Gärung unterworfen wurden und zwar ausser Laevulose auch Maltose und Raffinose.

VI. Versuchsreihe.

Bei einer früheren noch mit gewöhnlicher Hefe vorgenommenen unterbrochenen Gärung wurde eine 15 proc. Rohrzuckerlösung bei 25 bis 30 °C. vergoren und dabei folgende Resultate erhalten:

Tabelle VI.

Dauer der Gärung		7 Stunden	24 Stunden	4 Tage	7 Tage
Alkohol	Gew. %	1,60	4,09	6,23	6,75
	Vol. %	2,02	5,02	7,78	8,40
Glycerin		0,075	0,09	0,1965	0,30

Bei den mit reiner Hefe in Scene gesetzten Gärungen konnte nur dreimal die Unterbrechung stattfinden und wurde dazu gewählt die Zeit nach 6 Stunden, nach 1 Tage und nach 5 Tagen. In folgender Tabelle sind die Alkohol- und Glycerinmengen zusammengestellt, welche sich bis zu den verschiedenen Zeitpunkten gebildet hatten. Die Temperatur war während der Gärung 25 bis 30 °C.

Tabelle VII.

		Die Lösungen enthalten 15 % Zucker		Alkohol Gew. %	Alkohol Vol. %	Glycerin	Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100
nach 6 Stunden	A	Rohrzucker	+ Nährstoffe	3,86	4,80	0,2525	6,53
	B		ohne Nährstoffe	1,65	3,08	0,0605	3,66
	C	Traubenzucker	+ Nährstoffe	3,58	4,47	0,2442	6,82
	D		ohne Nährstoffe	1,77	2,23	0,0517	2,92
nach 1 Tage	A_1	Rohrzucker	+ Nährstoffe	6,15	7,68	0,4122	6,70
	B_1		ohne Nährstoffe	3,63	4,54	0,2000	5,50
	C_1	Traubenzucker	+ Nährstoffe	6,05	7,52	0,2470	4,08
	D_1		ohne Nährstoffe	3,59	4,49	0,2735	7,61
nach 5 Tagen	A_2	Rohrzucker	+ Nährstoffe	6,56	8,17	0,4132	6,20
	B_2		ohne Nährstoffe	6,55	8,15	0,3337	5,09
	C_2	Traubenzucker	+ Nährstoffe	6,37	7,94	0,2860	4,48
	D_2		ohne Nährstoffe	6,28	7,83	0,4000	6,36

Vergleichen wir die Versuche B und D der obigen Tabelle mit dem Versuche I der vorhergehenden, so finden wir, dass zwischen den Producten, welche die gewöhnliche Hefe geliefert und denen der reinen kein grosser Unterschied ist: 1,6 % Alkohol mit gewöhnlicher und 1,65 % bei derselben Lösung mit reiner Hefe. Traubenzucker vergärt etwas schneller. Die Glycerinmenge, welche sich in den 6 bis 7 Stunden gebildet, schwankt um ca. 0,02 % bei den Lösungen ohne Nährstoffzusatz. Diejenigen Lösungen, welche Nährstoffe zugesetzt bekamen, haben in derselben Zeit bedeutende Mengen Alkohol mehr geliefert und ist namentlich beachtenswerth, dass sich die Glycerinmengen stark vermehrt haben; es scheint demnach durch die Nährstoffe und die hierdurch vermehrte Entwickelung der Hefe die Glycerinbildung gesteigert zu werden. Diese Erscheinung ist jedoch nicht allgemein der Fall; denn ziehen wir den Versuch D_2 mit in Vergleich, so finden wir, dass hier nach vollendeter Gärung und gegen den Schluss derselben die Glycerinmenge der Lösung ohne Nährstoffe diejenige der Nährstoffe enthaltenden wieder überholt hat. Ebenso ist bei Versuch D_1 die Glycerinbildung vorgeschritten, insbesondere im Verhältnis zum gebildeten Alkohol.

Es ist diese Vermehrung des Glycerins um so auffallender, als oben bei den Vergärungen mit gewöhnlicher Hefe eine mit der Alkoholbildung fortschreitende Menge Glycerin gebildet zu werden schien.

Das Glycerin zeigte bei der zu verschiedenen Zeiten unterbrochenen Gärung folgende Zunahme:

	nach 1 Tag	nach 5 Tagen
Bei Rohzuckerlösung + Nährstoffe	0,1597	0,1607
Bei Rohrzuckerlösung ohne Nährstoffe . . .	0,1395	0,2732
Bei Traubenzuckerlösung + Nährstoffe . .	0,0028	0,0418
Bei Traubenzuckerlösung ohne Nährstofie .	0,2218	0,3483

VII. Versuchsreihe.

Diese Versuchsreihe wurde mit einer 15 proc. Traubenzuckerlösung ohne Nährstoffzusatz bei verschiedenen Temperaturen angestellt und dabei die Temperaturen 25° C. und 34° C. gewählt. Es wurde ausserdem wieder je eine Quantität unter Luftabschluss, eine andere bei Zutritt der Luft der Gärung unterworfen. Die Gärung dauerte 4 Tage.

Tabelle VIII.

15 proc. Lösungen von Traubenzucker	Alkohol		Glycerin in %	Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100
	Gew. %	Vol. %		
offen Temperatur 25° C.	6,80	8,48	0,2740	6,80
Luftabschluss: Temperatur 25° C.	6,61	8,22	0,3732	5,64
offen Temperatur 34° C.	5,49	6,84	0,2455	4,54
Luftabschluss: Temperatur 34° C.	6,28	7,83	0,3472	5,52

Auch hier tritt uns wieder dieselbe Erscheinung entgegen, welche schon oben bei den Versuchen mit gewöhnlicher Hefe beobachtet wurde, nämlich die Abnahme der Glycerinbildung bei höheren Temperaturen. Ueberhaupt ist wieder hier bei der Temperatur von 34° C. die Gärung nicht so weit vorgeschritten als bei 25° C.

VIII. Versuchsreihe.

Der Zweck dieser Versuchsreihe war, die Gärungsproducte von einigen anderen Zuckerarten festzustellen. Es gelangten zur Vergärung Maltose, Laevulose und Raffinose, die beiden ersteren in 15 proc., die letztere in 10 proc. Lösung. Zu je 100 ccm dieser Lösungen wurden 6,0 g reiner Hefe zugesetzt und die Gärungsgefässe mit einem Watteverschluss versehen, da bei vollkommenem Abschluss der Luft oft ein sehr unregelmässiger Verlauf der Gärung zu beobachten war. Die Temperatur wurde zwischen 25° C. und 30° C. gewählt, da hierbei die Gärung erfahrungsgemäss am regelmässigsten verläuft.

Es stellten sich folgende Zahlen heraus:

Tabelle IX.

	Maltose (15 proc. Lösung)	Laevulose (15 proc. Lösung)	Raffinose (10 proc. Lösung)
Dauer der Gärung	7 Tage	7 Tage	7 Tage
Unvergorener Zucker in %	0,40	1,50	—
Alkohol Gew. %	6,14	2,60	3,83
Alkohol Vol. %	7,66	3,27	4,81
Glycerin in %	0,2447	0,1562	0,1887
Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100:	3,98	6,00	4,91
Anzahl der verbrauchten ccm Zehntel-normal-KOH für 100 ccm des Destillates	3,74	2,93	3,33
Verbrauchtes Normal-KOH berechnet auf Weinsäure	0,0224	0,0175	0,0199

Wir sehen hieraus, dass Maltose und namentlich Raffinose normale Gärungsproducte liefern, während Laevulose, wie oben Tab. IV,v schon einmal beobachtet, eine eigenthümliche Erscheinung zeigt in Bezug auf die Alkoholbildung, deren Ursache hier nicht aufgeklärt werden konnte. Zu bemerken ist, dass dorten bei 0,1 % unvergorener Laevulose, 3,21 Gew. % Alkohol gebildet wurden, während hier bei 1,5 % unvergorener Laevulose nur 2,60 Gew. % Alkohol auftreten, Zahlen, welche zum unvergorenen Zucker in ähnlichem Verhältnis stehen. Infolge dieses geringen Alkoholgehaltes steigt die Relation von Alkohol zu Glycerin natürlich erheblich.

Uebersehen wir nun die gesammten Versuche (vgl. Tab. X sowie VII bis IX), so ergeben sich folgende Resultate:

1. Bei langsamer Gärung und niederer Temperatur ist die Glycerinbildung vermindert.

Wir sehen dies an Versuch A der Tabelle X, bei welchem die Temperatur mittels eines Thermoregulators stets genau auf 15 ° C. gehalten wurde und die Gärung, bis sie beendet schien, 25 Tage dauerte. Die Glycerinmenge ist hier auf ein Minimum herabgedrückt, indem auf 100 Theile Alkohol nur 1,638 Theile Glycerin kommen, eine Zahl, wie sie bei keinem anderen Versuche wieder erhalten wurde. Dass die Temperatur dabei von Einfluss, erhellt aus Versuch D, bei welchem die Temperatur nicht über 17 ° C. hinauskam und die Glycerinbildung ebenfalls reducirt erscheint.

2. Die für Wein, dem Producte der Gärung des Traubensaftes, festgesetzte Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100 : 7 im Minimum [1]) ist für reine Zuckerlösung nicht zutreffend.

Im Durchschnitt von 21 Vergärungen von Zuckerlösungen mit gewöhnlicher Bierhefe wurde hier das Verhältnis wie 100 : 4,6 gefunden.

Bei einem von Morin und Cloudon [2]) angestellten Versuche ist das Verhältnis noch geringer, indem jene Experimentatoren beim Vergären von 100 kg Zucker 2120,0 g Glycerin und

1) Vgl. Vereinbarungen betreffs der Untersuchung etc. S. 214.

2) Compt. rend. 1887 p. 104, 1109.

50615,0 g Aethylalkohol bekamen, was der Relation 100 : 4,18 entspricht.

Die Beobachtung zeigt, dass bei Zusatz von Nährstoffen die Glycerinbildung meistens in erhöhterem Maasse zu constatiren ist, als bei reinen Zuckerlösungen. Da nun im Weine die Hefe ebenfalls viel günstigere Bedingungen zu ihrer Ernährung findet, indem ja in dem Traubensafte sowohl Eiweissstoffe, als Phosphate und Sulfate des Kaliums und der Magnesia gelöst enthalten sind, so mag für den Wein ebenfalls eine etwas höhere Relation gelten, als hier im Durchschnitt gefunden wurde; ob jedoch die jetzt noch gültige Relation 100 : 7 im Minimum aufrecht erhalten werden darf, scheint zunächst zweifelhaft, da hier trotz der günstigsten Bedingungen wie z. B. beim Zusatz von Asparagin, welches sich als vorzügliches Nährmittel für die Hefe erwiesen, diese Zahl nicht erreicht wurde.

3. Bei Zuckerlösungen, welche einen Zusatz von Nährstoffen erhalten haben, ist die Glycerinbildung meistens in erhöhtem Maasse zu beobachten.

Der Procentgehalt von 0,3965 und 0,394 (E und F der Tab. X) ist von keiner anderen 20 proc. Zuckerlösung, sowohl Rohr- als Traubenzuckerlösung, erreicht worden. Bei den Versuchen mit Reinhefe (vgl. Tab. VII D_2) ist jedoch ein Fall zu verzeichnen, der eine Ausnahme macht, indem dorten eine Lösung von amerikanischem Traubenzucker ohne Nährstoffzusatz eine solche, welche mit Nährstoffen versetzt, in Bezug auf die Glycerinmenge überholt hat.

4. Ob die Gärung bei Luftzutritt oder bei Luftabschluss stattfindet, ist von keinem merklichen Einfluss auf die Glycerinbildung.

5. Die Temperatur von 35 ° C. verlangsamt die Gärung, zugleich aber auch die Glycerinbildung, welches letztere bei der durch zu starke Concentration der Zuckerlösungen verlangsamten Gärung nicht der Fall ist.

Während bei 25 ° C. eine 20 proc. Zuckerlösung bis auf einen kleinen Zuckergehalt vergoren war, enthielt eine bei 35 ° C. vergorene Lösung derselben Concentration nach derselben Zeit und

unter sonst gleichen Bedingungen noch 5,6 bis 6,25 % unvergorenen Zucker; die Menge des Glycerins, welches sich während dieser Zeitdauer gebildet, steht ungefähr in demselben Verhältnis zum gebildeten Alkohol, wie bei den vollständig vergorenen Lösungen bei 25 ° C. Bei den Vergärungen S bis V der Tab. X, bei welchen ebenfalls noch viel unvergorener Zucker vorhanden ist, was jedoch von der Temperatur nicht abhängt, sondern davon, dass die Lösungen zu concentrirt waren, ist die Glycerinbildung schon bedeutend weiter vorgeschritten. (Vgl. nächsten Absatz.)

6. Wenn Zuckerlösungen einen grösseren Procentsatz Zucker enthalten, ist die Relation von Glycerin zu Alkohol in vermehrtem Maasse zu beobachten und zwar bei denjenigen, welche bei Luftzutritt vergoren sind, am erheblichsten.

Die Relation von Alkohol zu Glycerin hat bei den Versuchen S bis V (Tab. X) ihr Maximum erreicht und kamen in einem Falle sogar auf 100 Theile Alkohol beinahe 12 Theile Glycerin. Es hält hier die Glycerinbildung durchaus keinen gleichen Schritt mit der Alkoholbildung, welch' letztere bei diesen Vergärungen noch sehr gering war. — Auffallend erscheint bei diesen Versuchen auch die vermehrte Gesammtacidität. (Vgl. unten.)

Ein Bild über den Verlauf der Gärung erhalten wir am übersichtlichsten, wenn wir den gebildeten Alkohol mit der noch unvergorenen Zuckermenge in Vergleich ziehen.

Es wurden bei den Versuchen mit verschiedenen Zuckerarten folgende Beobachtungen gemacht, welche schon früher Beobachtetes bestätigen:

a) Der Verlauf der Gärung geht bei Luftabschluss nicht so regelmässig von Statten und langsamer als bei Luftzutritt.
b) Die Temperatur ist von grossem Einfluss auf die Gärungsdauer.

Es ist dieses eine bekannte Thatsache und fanden A. Blankenhorn und J. Moritz[1]), dass die Dauer der Gärung den Temperaturen umgekehrt proportional ist; selbstverständlich innerhalb gewisser Grenzen und zwar fanden obige Experimentatoren die

1) Annalen der Oenologie Bd. 3 S. 6.

obere Grenze zwischen 35 bis 38° C., während sie unterhalb 15° C. keinen Gärungsversuch mehr in Scene setzen konnten.

Bei vorliegenden Versuchsreihen ist die Temperatur zwischen 25° C. und 30° C. als die günstigste beobachtet worden, während bei 35° C. die Gärung bedeutend verlangsamt war; am regelmässigsten, allerdings aber auch am langsamsten, verlief eine bei genau 15° C. durchgeführte Gärung; hier war die Entwickelung der Gasblasen mit der grössten Regelmässigkeit zu beobachten, successive abnehmend.

c) Mit der Concentration der Zuckerlösungen nimmt die Intensität der Gärung ab.

Während eine 10 proc. Rohrzuckerlösung bei 25 bis 27° C. nach 6 Tagen bis auf ganz unbedeutende Spuren von Zucker vergoren war, enthielten eine 30 proc. und eine 40 proc. Lösung bei derselben Temperatur und der gleichen Zeitdauer noch 11,5 bis 12,5 resp. 26,8 bis 28,1 % unvergorenen Zucker. Der gebildete Alkohol stand im normalen Verhältnis zum vergorenen Zucker; Glycerin und Acidität der letzteren Lösungen waren vermehrt.

In Bezug auf die Bildung der flüchtigen Säuren (Essigsäure) ist keine Regelmässigkeit zu bemerken und scheinen diese bald hier, bald dort, vermehrt. Nur bei den Lösungen, welche 30 und 40 % Zucker enthielten, war, wie schon oben bemerkt, starke Vermehrung der Acidität eingetreten und zwar in erhöhtem Maasse bei den offen vergorenen Proben, welche Erscheinung in anderen Fällen, wo ebenfalls bei sonst gleichen Bedingungen, bei Luftabschluss und Luftzutritt, mit 20 proc. Lösungen gearbeitet wurde, nicht zu bemerken war.

Die Bernsteinsäurebildung erscheint bei den offen vergorenen Lösungen gegenüber den bei Luftabschluss vergorenen, vermehrt.

Die Fuselöle waren qualitativ in jeder vergorenen Flüssigkeit nachweisbar, schienen jedoch nur in sehr geringer Menge vorhanden zu sein.

Zum Schlusse lassen wir eine Gesammtübersicht über die Resultate sämmtlicher Versuche folgen (S. 467 a).

Zur Kenntnis des Safrans und dessen Verfälschungen.

Von

G. Kuntze und **A. Hilger.**

Mag der Safran als Gewürz oder Färbemittel angesehen werden, was wohl nach dessen Verwendung in verschiedenen Ländern statthaft erscheint, immerhin bleibt derselbe ein interessanter Gegenstand, wenn es sich um dessen Beurtheilung hinsichtlich der Reinheit handelt.

Jeder Beitrag in dieser Richtung muss daher eine gewisse Bedeutung besitzen, vor Allem in den Kreisen der Sachverständigen, welche sich mit der Prüfung dieses Pflanzentheiles zu beschäftigen haben und daher auch die folgenden Mittheilungen entsprechend zu würdigen verstehen.

Eine grössere Anzahl Handelssorten von ganzem Safran, durch Vermittelung der Herren Gehe & Comp., Dresden, O. Buschmann, Braunschweig, speciell auch der Herren G. Bode erhalten, gab zunächst Veranlassung, über den Aschen- und Feuchtigkeitsgehalt dieser Proben Aufschluss zu erhalten. Die lufttrockne Substanz wurde bei 100°. getrocknet und direct nach Feststellung des Wassergehaltes eingeäschert. Es kamen hierbei immer je 3 g der einzelnen Sorten zur Verwendung. Die hierbei erhaltenen Resultate sind folgende:

Safransorten	Aschen %	Feuchtigkeit %
Crocus Gatinais elect. vieux	5,07	16,82
Crocus Gatinais vieux (1884)	6,64	13,50
Crocus Gatinais nouveau coupé	5,16	13,04
Crocus Gatinais natur. extra	5,35	12,95
Crocus Gatinais epluché	5,13	11,06
Crocus Gatinais elect.	4,64	13,01
Crocus Gatinais naturel	5,98	15,76
Crocus Gatinais elect.	4,48	12,47
Crocus d'Espagne Mancha Super.	5,42	11,38
Crocus hispanic. Aragon (Sierra)	6,27	9,65
Crocus hisp. Aragon (Rio)	6,06	11,40
Crocus hisp. baja	6,64	10,26
Crocus hisp. Mediana (Tobarra)	5,27	13,15
Crocus hisp. corriente	5,62	8,89
Crocus hisp. Muy superiore	5,38	9,38
Crocus hispanicus	5,29	11,02
Crocus hisp. natur.	6,70	13,50
Crocus hisp. natur.	6,55	14,42
Crocus hispanic. Select.	5,38	9,07
Crocus hispanic. nat.	5,50	12,00
Crocus hispanic. coupé	5,37	12,24
Crocus hisp. Sr. extr.	6,90	13,09
Crocus hispanicus	6,56	13,98
Italienischer Safran	5,48	10,32
Oesterreichischer Safran	5,01	9,80
Oesterreichischer Safran	4,80	12,03
Neapolitanischer Safran	5,59	11,60
Crocus elect. coupé Gatinais	5,79	13,60
Crocus Gatinais naturel	6,26	13,93
Crocus Gatinais elect.	6,20	13,50

Die hier vorliegenden Zahlen beweisen, dass 8 % Mineralbestandtheile bei unseren reinen Safransorten als höchste Grenze aufgestellt werden darf, ferner auch der Gehalt an Feuchtigkeit (Wasser) keine allzugrossen Schwankungen zeigt. Bei näherer Prüfung der Mineralbestandtheile zeigte sich der verhältnismässig hohe Gehalt der Safranasche an Phosphorsäure, nämlich 8,35 % in Wasser lösliche und 5,18 % in Säuren lösliche Phosphorsäure, insgesammt 13,53 % gegenüber ca. 2 % Phosphorsäure in den Blüthen von Carthamus Linctorius (Safflor) und 0,37 % in den

Blüthen von Calendula (Ringelblumen), den bekannten Surrogaten des Safrans.

Die Feststellung der Menge der durch Aether und auch durch Alkohol extractionsfähigen Substanzen führte zu keinem brauchbaren Resultate. Bei Herstellung der ätherischen Extracte kamen Schwankungen 3,5 bis 14,4 % bei verschiedenen Sorten vor; die alkoholischen Extracte zeigten Schwankungen von 46 bis 53 %.

Der Safranfarbstoff zeigt bekanntlich eine vollkommene Löslichkeit in Wasser, wodurch sich derselbe vor Allem von den Farbstoffen der Ringelblumen und des Safflores unterscheidet. Diese Thatsache ist, wie bekannt, von Wichtigkeit bei der Prüfung des ganzen Safrans, sowie der Safranpulver, und leistet vielfach gute Dienste, da nach Beseitigung des Farbstoffes mit Wasser die Gewebselemente sehr charakteristisch zur Beobachtung gelangen. In dieser Richtung dürfte folgende Arbeit empfehlenswerth sein:

»1 bis 2 Decigramme Safran oder Safranpulver werden auf ein kleines Filter von Papier oder auch ein Asbestfilter gebracht und mit ca. 400 bis 500 ccm siedenden Wassers behandelt.

Reine Safransorten lassen stets ein farbloses Gewebe zurück. Bleiben gefärbte Wasser auf dem Filter zurück, so sind entweder fremde Gewebe wie Safflor, Ringelblumen oder mit in Wasser schwer löslichen Theerfarbstoffen gefärbte Gewebe etc. vorhanden.

Die bei dieser Arbeit erhaltenen Lösungen können zu weiterer Erkennung des Safranfarbstoffes, sowie auch in Wasser löslicher, fremder, vegetabilischer und Theerfarbstoffe, dienen, unter welch' letzteren die Azofarbstoffe eine Rolle spielen. Sehr beachtenswerth bleibt auch ein langsames Verdunsten der, wie oben erwähnt, erhaltenen wässerigen Lösung (ca. 5 bis 10 ccm) und zwar in einer flachen Schale von Porzellan. Reine Safranfarbstofflösungen geben einen gleichmässigen, tiefgelben Rückstand ohne jedwelche zuvorige Ausscheidung, während bei Gegenwart fremder Farbstoffe deutlich verschieden gefärbte Zonen im Rückstand der Verdampfung zum Vorschein kommen, auch viele Farbstoffe (Theerfarbstoffe) bei gewisser Concentration Ausscheidungen geben.

Als Orientirungsprobe möge hier auch noch auf das Verhalten gegen concentrirte Schwefelsäure hingewiesen werden, vor Allem bei Untersuchung der Safranpulver. Werden einige Tropfen (ein Tropfen genügt vielfach) conc. Schwefelsäure in eine kleine Schale oder auf einen Porzellanteller gebracht und eine kleine Menge des betreffenden Safranpulvers aufgestreut, so tritt die charakteristische Blaufärbung ein, die nach kurzer Zeit in Braun übergeht. Sind neben Safranfarbstoff andere Farbstoffe vorhanden, so ist stets die zuerst auftretende Färbung schon beeinträchtigt und nicht tiefblau, sondern mehr oder weniger verändert und rasch umschlagend.

Versuche, den Safranfarbstoff »das Crocin« in seiner charakteristischen Spaltung mittels Säuren für die Erkennung der Reinheit zu verwerthen, waren nicht von besonderem Erfolge begleitet, verdienen jedoch eine Erwähnung. Die Spaltung des Crocins mittels Säuren und Bestimmung des abgeschiedenen Crocetins (Spaltungskörpers) wurde in folgender Weise durchgeführt.

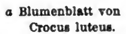
1 g des pulverisirten Safrans wurde wiederholt mit ca. 50 ccm siedenden Wassers behandelt, die erhaltenen Auszüge filtrirt und mit heissem Wasser so lange ausgewaschen, bis das gesammte Filtrat 200 ccm betrug. Dasselbe, mit 10 ccm Normal-Salzsäure versetzt, wurde etwa 15 Minuten im gelinden Sieden erhalten, wodurch eine flockige Ausscheidung von Crocetin entstand, welche, auf ein gewogenes Filter gebracht, nach dem Auswaschen mit etwa 20 bis 30 ccm siedenden Wassers bei 100° getrocknet und gewogen wurde.

Bei 10 Safransorten (französischem, spanischem und österreichischem Safrane) wurden Schwankungen im gebildeten Crocetin von 9,5 bis 10,8 % erhalten, wodurch die Thatsache feststeht, dass diese Arbeit unter Umständen Beachtung finden kann, besonders wenn man die Anwendung grösserer Mengen siedenden Wassers vermeidet, die stets Crocetin zu lösen im Stande sind.

Die Verfälschungen des Safrans, welche, wie die Erfahrung zeigt, unerschöpflich sind, bewegen sich in fremden Zusätzen von vegetabilischem Ursprunge oder mineralischen Beimengungen (Beschwerungsmaterial) in Form von kohlensaurem Kalke, Baryum-

sulfat, Kochsalz, Gyps, Natriumnitrat etc. Von fremden vegetabilischen Beimengungen spielen immer noch eine hervorragende Rolle Ringelblumen, Saflor, auch Curcumawurzel, auch Klatschrosen (Papaver Rhöas), die Blüthen von Lyperia crocca, einer am Cap heimischen Scrophularinee, zu denen sich verschiedene Stärkmehlsorten, auch pulverisirte Hölzer, die entsprechend gefärbt wurden, gesellen. Eine höchst interessante ganze Safransorte, aus Florenz in den Handel gebracht, gelangte zur näheren Prüfung. Dieselbe, »Aquila Safran«, bestand nur aus ca. 2 % reinen Narben, welche mit einem Haufwerk fremder Pflanzenfasern gemengt waren, von Ansehen und Farbe des Safrans wenig verschieden. Beim Aufweichen im Wasser rollten sich die fremden Fasern auf und wurden sowohl durch ihre gelbe Farbe, als auch eigenartige mikroskopische Structur als Blumenblätter des Crocus luteus erkannt. — Die Blumenblätter der Crocusarten bestehen aus langgestreckten, dünnwandigen Parenchymzellen, durchzogen von zarten Gefässbündelsträngen, die aus Spiralgefässen aufgebaut sind.

Für Crocus luteus ist es besonders charakteristisch, dass die unter der Epidermis gelegenen parenchymatischen Schichten mit wellig gebogenen Rändern ineinandergreifen. (Siehe Fig. 1, *a*.)

a Blumenblatt von Crocus luteus.

b Blumenblatt von Crocus sativus.
c Faserschichte aus den Antheren von Crocus sativus.
d Pollenkörner der Crocusarten.

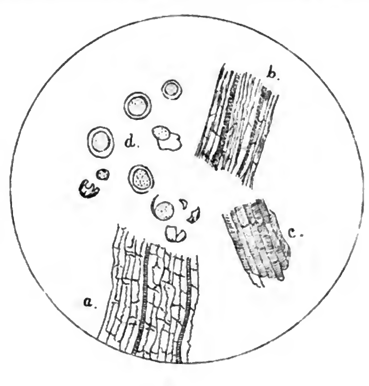


Fig. 1.

Diese Blumenblätter waren mit Honig imprägnirt und mit einem dichten, rothbraunen Ueberzuge versehen, der aus gefärbten Pollenkörnern von Crocusarten bestand. Solche gefärbte Pollenkörner erscheinen unter dem Mikroskope als gleichmässig gefärbte, violettrothe, runde Körper. Beim Liegen in Wasser wurde durch starkes Aufquellen der Intine die Exine gesprengt und liess sich dabei deutlich erkennen, dass der violette Farbstoff lediglich von der Exine fixirt war. Der körnige Inhalt der Pollenkörner trat in seiner ursprünglichen hellgelben Färbung deutlich hervor. (S. Fig. 1, *d.*)

Bei der Untersuchung von 60 Proben pulverisirten Safrans, welche aus den verschiedensten Gegenden Deutschlands bezogen wurden, waren nur 5 Proben rein. Calendula, Carthamus, Stärkmehle (Maismehl, Kartoffel-Waizenstärke) spielten eine Rolle, sehr häufig wurde auch gemahlene Kiefernborke, gefärbt, sowie der Arillus von Evonymus europäus beobachtet. Die Kiefernborke ist leicht an den stark verdickten Steinzellen und Bastfasern zu erkennen. (S. Fig. 2.)

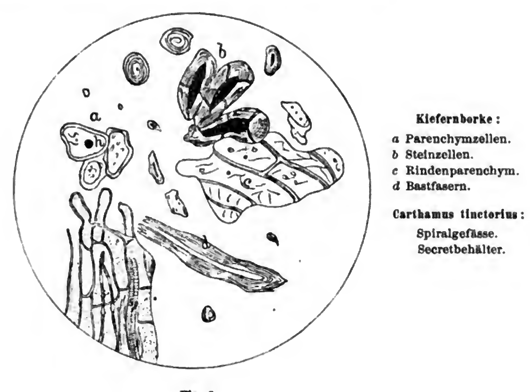


Fig. 2.

Der Arillus von Evonymus europaeus besteht aus parenchymatischem Gewebe. In dem Inhalte der Zellen sind grosse,

gelbe Oeltropfen eingebettet, ferner finden sich zahlreiche Chromatophoren, die leicht durch ihre spindelförmige Gestalt als auch orangerothe Farbe zu erkennen sind. (Siehe Fig. 3.)

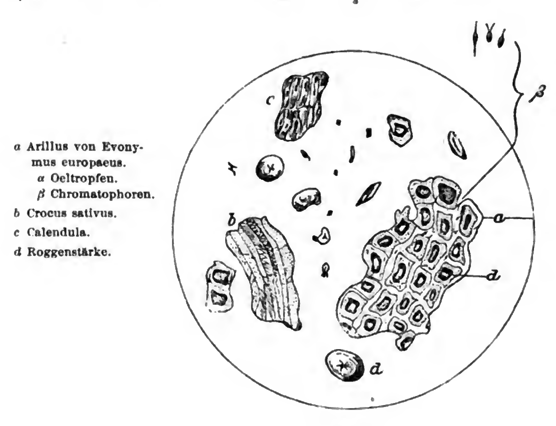


Fig. 3.

Von Theerfarbstoffen wurden in diesen Proben mit Sicherheit festgestellt: Dinitrokresolkalium, Hexanitrodiphenylammin (Aurantia), Dinitronaphtolcalcium (Victoriagelb), Corallin, Pikrinsäure, Phenylamidoazobenzolsulfosäure.

Tata-Eiweiss.

Von

C. E. Helbig,

Oberstabsarzt zweiter Klasse.

(Mittheilung aus dem hygienischen Laboratorium der Albertstadt-Dresden.)

Durch das deutsche Reichs-Patent Nr. 42462 der Klasse 53 vom 3. Juli 1887 (10. Februar 1888) wurde dem russischen Fürsten Johann Tarchan Mourawoff, genannt Tarchanoff, ein »Verfahren zur Herstellung von transparentem alkalischem Eiweiss« geschützt. Da es sich hierbei um eine bisher unbekannte Art von Eiweiss, nämlich das Tata-Eiweiss handelt, welches in mehrfacher Hinsicht für die Ernährungspraxis Vortheile verspricht, so scheint ein näheres Eingehen auf dasselbe an dieser Stelle wohl gerechtfertigt.

Der Name Tata war nach E. F. W. Pflüger's »Archiv für die gesammte Physiologie« (Bd. 33, S. 307) der Liebesname eines damals vierjährigen Mädchens, dessen zufällige Beobachtung den Ausgangspunkt von Tarchanoff's Untersuchung bildete. Dasselbe hatte nämlich im Sommer 1882 einige Dutzend Eier von Uferschwalben an dem sandigen Newa-Strande gesammelt und zum Zeitvertreibe hart gesotten. Es erstaunte über das nach Entfernung der Schale unerwartete Aussehen der Eier: Das gut geronnene Eiweiss war so vollkommen durchsichtig, dass man leicht hätte dadurch lesen können, wie durch eine convexe Linse. Man sah deutlich durch dasselbe das Eigelb. — Das Mädchen wandte sich deshalb an Tarchanoff mit der Frage, ob denn die Uferschwalben »gläserne Eier« legten.

Dieser war über den Befund um so mehr verwundert, als er nicht wusste, dass die Kiebitz-Eier ein ähnliches Verhalten zeigen. Auch enthält die sonst über Eiweiss und Eierkunde ziemlich reiche Literatur nur wenige Angaben über das Verhalten des Eiweisses der Eier verschiedener Vogelarten. Ausser John Davy [1]) hatten damals nur Valenciennes und Frémy [2]) über diesen Gegenstand geschrieben.

Tarchanoff fand bei seinen Untersuchungen, dass die beim Gerinnen glasig-gallertartige Eiweissart im Wesentlichen charakteristisch für die nacktgebornen Vögel (Nesthocker) sei und legte 1884 diese Ansicht an der angeführten Stelle in Pflüger's Archiv (S. 303 bis 378) ausführlich dar. Später gelang es ihm, auch Hühnereiweiss durch Behandlung mit Kali oder Natron in die glasig-gallertartige Modification überzuführen. Das Verfahren veröffentlichte er in der Eingangs angeführten Patentschrift.

Das Eiweiss der einige Tage lang in Natron- oder Kalilauge gelegten und sodann gekochten Hühnereier erscheint als geronnene, gallertartige, durchsichtige Masse, die in 40 proc. Alkohol conservirt werden kann. Entfernt man den Alkohol durch kochendes Wasser und lässt dann die Masse im Wasser liegen, so schwillt sie auf etwa das 2½ fache des Raumes unter Beibehaltung der Form an. Tarchanoff nennt diese Erscheinung »Rieseneier«.

Für die Praxis und auch für das Studium des Tata-Eiweisses interessanter ist das aus getrocknetem Eiweisse durch Behandeln mit warmer, dünner Alkalilauge erhaltene Tata-Pulver. Ein solches Originalpulver aus Tarchanoff's Laboratorium unterschied sich äusserlich nicht von getrocknetem, russischen Eiweiss, welches neuerdings im Handel unter dem Namen »krystallisirtes Eiweiss« zu haben ist [3]). Pulverisirt man eine helle Sorte des letzteren bis zur gleichen Feinheit, so ist das Aussehen das nämliche, auch der mikroskopische Befund, der Geruch und das Verhalten beim trockenen Erhitzen lassen keinen Unterschied

1) Edinbourgh New Philosophical Journal, October 1863.

2) Annales de Chimie et de Physique, 3. sér., (1857) Bd. 50, S. 129.

3) Die Herstellung beschreibt: Carl Ruprecht, die Fabrication von Albumin und Eierconserven, Wien, A. Hartleben's Verlag 1882.

erkennen. Dagegen ist der Geschmack insofern abweichend, als Tatapulver nicht leimartig an der Zunge und den Zähnen klebt, auch würziger und salziger als das krystallisirte Eiweiss schmeckt.

Die chemische Untersuchung ergibt qualitativ keinerlei Unterschied bezüglich der zahlreichen Albuminreactionen. Nur in einer Hinsicht verhält sich das Tatapulver eigenartig, nämlich gegenüber Wasser. Trockenes oder frisches Hühnereiweiss löst sich bekanntlich mehr oder weniger trüb in Wasser und lässt sich, je nach der Concentration der Lösung (und anderer Nebenumstände) mit oder ohne Ansäurung, durch Kochen ausfällen. Tatapulver quillt dagegen im Wasser binnen wenigen Minuten beträchtlich, bis zum 20 fachen des ursprünglichen Raumes, auf. Bei tagelangem Liegen im Wasser steigt die Quellung noch etwas, etwa bis zum 26 fachen. Auch lösen sich dabei gegen 25 % der Masse. Die gewöhnliche Dialyse ist nicht thunlich, da es in den gebräuchlichen Dialysatoren, so auch in dem neuesten von Schneider, zu bald verdirbt. Ersetzt man aber die Dialyse durch eine Auswaschvorrichtung derart, dass man Tatapulver auf ein Filter bringt und tagelang Wasser langsam aufträufeln lässt, so erhält man ein aschereiches Filtrat, während die aschearme Hauptmenge auf dem Filter verbleibt. Das Filtrat trübt sich beim Erhitzen nicht, erst beim Ansäuren fällt das gelöste Eiweiss und zwar vollständig aus.

Das Tatapulver ist ziemlich hygroskopisch, im wasserdampfgesättigten Raume nimmt die lufttrockene Substanz noch etwa 80 % des Gewichtes binnen einigen Tagen zu, klumpt dabei zusammen, schimmelt später und fault. Der Wassergehalt des lufttrockenen Pulvers folgt bei offener Aufbewahrung den Schwankungen des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft. Ueber Schwefelsäure zeigte sich nach einer Woche 7 ½, nach drei Wochen 8 % Gewichtsverlust. Im Luftbade liess sich bei 100 ° C. nach etwa 20 Stunden unter 10 % Verlust Gewichtsbeständigkeit erreichen; bei 120 bis 125 ° nach 6 Stunden unter 11 ½ %.

Eigenthümlich ist ferner das Verhalten zum künstlichen Magensaft. Tarchanoff fand (a. a. O. S. 311), dass durch letzteren das natürliche coagulirte Tataeiweiss wenigstens acht oder zehn Mal

rascher als Hühnereiweiss verdaut wurde. — Aehnlich verhält sich Tatapulver zu Pepsin, von welchem es angesäuert erheblich leichter als Eiconserven oder gekochtes Hühnereiweiss gelöst wird.

Es fragt sich nun, ob in dem sonstigen physikalischen Verhalten und der quantitativen Zusammensetzung sich ein Anhalt zur Beurtheilung der neuen Eiweissart gewinnen lässt? Dass keinerlei täuschende Zuthat vorliegt, musste zunächst festgestellt werden. Eiconserven-Verfälschungen sollen nach G. Marquard in Dammer's »Lexicon der Verfälschungen«, Leipzig 1887, S. 10, überhaupt in der Praxis kaum bekannt sein; K. Ruprecht (a. a. O. S. 147) gibt dagegen Albumin-Verfälschungen mit Traganth, Leim, Dextrin u. s. w. als häufig an. Weder bei Tatapulver, noch bei einem der damit verglichenen Erzeugnisse (krystallisirtem Eiweiss von S. Berg Nachfolger, Effner's Eierconserven, Albuminum ex ovis von Gehe & Comp. u. s. w.) wurde eine auf eine Verfälschung deutende Reaction gefunden. Auch liess sich aus Berg's Eiweiss nach Angabe der Patentschrift (unter Verwendung schwacher Natronlauge) ein dem Originaltatapulver anscheinend gleiches Erzeugnis erzielen.

Physikalisch soll sich nach Tarchanoff das natürliche Tataeiweiss aus Rabeneiern durch eine geringere Drehung des polarisirten Lichtstrahles vor Hühnereiweiss auszeichnen. Er fand für Hühnereiweiss in seinem Apparate — 35,1° und — 35,3°, für Rabentata aber — 34° und — 34,3°. — In einem Polaristrobometer von Hermann & Pfister in Bern fanden wir für filtrirtes Hühnereiweiss — 37°, für das Filtrat des Tatapulvers aber — 29°, als Mittel von je zwölf Beobachtungen. — Diese Verminderung der specifischen Drehung ist wohl grösstentheils nur scheinbar, indem bei der Berechnung von einer Trockensubstanz ausgegangen wird, welche optisch unwirksame Asche in grösserer Menge (nämlich 32,2 % gegen 4,6 %) enthält.

Zur Beurtheilung der quantitativen Zusammensetzung der Nahrungsmittel pflegt man bekanntlich Werthe für Wasser, Asche, Fett, Eiweiss und stickstofffreie Extractivstoffe anzugeben. Bezügliche Ziffern für Eiweissconserven fanden wir in der Literatur nicht; sie wurden daher für Berg's krystallisirtes Eiweiss er-

mittelt. Hinzugefügt sei zum Vergleiche die häufig citirte Hühnereiweiss-Analyse von Prout, auf 10 % Wasser umgerechnet:

	Wasser	Asche	Fett	Eiweiss	N-freie Extractivstoffe
Tatapulver . .	9,9	8,3	0,3	72,8	8,7
Eiweissconserve .	13,4	4,1	0,3	73,6	8,6
Hühnereiweiss .	10	3,8	2,9	71,8	11,5

Aus der Tabelle ergibt sich, dass nur Asche und Fett des Tatapulvers von den gleichartigen Werthen des Hühnereiweisses abweichen. Nun ist die Minderung des Fettes, d. h. der durch Aether extrahirbaren Stoffe, anscheinend eine Folge der Herstellung der Eiweissconserven durch Trocknen. Es bleibt also als charakteristisch nur der hohe Aschengehalt; die hierfür angegebene Zahl: 8,3 % fand sich als Mittel aus sieben Bestimmungen.

Bei der quantitativen Analyse der Asche selbst fand sich:

	Roh-asche	CO_2	Rein-asche	In 100 Theilen Reinasche						
				K_2O	Na_2O	CaO	Fe_2O_3	P_2O_5	SO_3	Cl
Hühnereiweiss	—	11,6	—	32,2	31,6	2,0	0,5	5,5	3,0	27,7
Poleck	4,9	11,5	4,4	31,4	26,7	3,2	0,6	4,3	1,5	32,3
„ Weber	5,4	9,7	4,9	30,6	36,4	3,2	0,6	3,5	1,9	26,4
„ Palm	—	—	4,6	31,4	31,6	2,8	0,6	4,4	2,1	28,8
Tatapulver	8,3	12,0	7,3	33,0	26,4	3,6	0,8	17,3	17,5	5,4
Tatafiltrat	36,6	11,9	32,2	26,4	37,3	4,1	1,2	9,7	9,6	11,2

Die Zahlen für Hühnereiweiss wurden entnommen aus: »Emil Wolff, Aschen-Analysen von landwirthschaftlichen Producten (I. Theil) Berlin 1871« und »R. Palm, Nahrungs-, Genussmittel und Getränke; St. Petersburg 1882, S. 28«. Die Mittelwerthe mehrerer Elementaranalysen im Vergleiche mit den für Eiweiss berechneten Werthen zeigt folgende Uebersicht:

	C	H	N	S	P	O
Albumen: $C_{144}H_{112}N_{18}S_2O_{22}$ . .	53,4	7	15,7	1,6	—	22,4
Ausgewaschenes Tata	50,1	6,7	15,4	1,2	0,3	24
Albumen, auf 72 % Reingehalt an $C_{144}H_{112}N_{18}S_2O_{22}$ berechnet .	38,9	5	11,4	1,2	—	16,1
Tatapulver	44,2	8,6	11,7	1,4	0,5	—

Die Uebereinstimmung der Werthe der letzten beiden Zeilen lässt sich vergrössern, wenn man z. B. von H den Wasserstoff von 10 % Wasser des Tatapulver abzieht. Noch mehr lassen sich die ersten beiden Zeilen in Uebereinstimmung bringen, wenn man berücksichtigt, dass das ausgewaschene Tata 1,3 % Glührückstand gibt.

Die Art und Weise, wie das Waschwasser auf das Tatapulver wirkt, zeigt folgende Uebersicht:

Tatapulver in g	In Wasser unlöslich						In Wasser löslich						Wasser	
	Bei 100° getrocknet		Glühverlust		Glührückstand		Bei 100° getrocknet		Glühverlust		Glührückstand			
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
2,5	—	—	—	—	—	—	0,653	25,4	0,41	16,4	0,225	9	—	9,4
3,0415	1,982	65,2	1,951	64,2	0,031	1	—	—	—	—	—	—	—	—
3,021	2,017	66,8	1,9705	65,23	0,0465	1,54	0,738	24,4	0,4585	15,2	0,2795	9,2	0,266	8,8
Mittel	—	66	—	64,7	—	1,3	—	24,9	—	15,8	—	9,1	—	9,1

Dies sind die Daten, welche sich aus der zur Verfügung befindlichen Menge von Tarchanoff's Tatapulver ermitteln liessen. Sie bedürfen mehrfach der Ergänzung, insbesondere durch Analysen von natürlichem Tata-Eiweiss. Vorläufig würde sich aus den gefundenen Thatsachen etwa Folgendes schliessen lassen:

a) Wäscht man Tatapulver langsam mit Wasser aus, so löst sich ein Viertel desselben. Die Lösung enthält die grössere Menge ($^9/_{10}$) der Aschenbestandtheile; sie dreht infolge dessen das polarisirte Licht erheblich geringer als Hühnereiweiss.

b) Die auf dem Filter verbliebene Tatamenge kommt nach der Elementar-Analyse dem reinen Albumin nahe.

c) Die Mehrzahl der ziffernmässigen Ergebnisse der Analyse hat nichts Auffallendes; befremdend sind nur die Mengen der Säuren und Halogene. Während Schwefelsäure und Phosphorsäure erheblich vermehrt sind, erscheint das Chlor wesentlich vermindert. Die angegebenen Ziffern

sind Mittelwerthe mehrerer, meist gut stimmender Analysen, zufällige Irrungen somit nicht wahrscheinlich.

d) Die erwähnte Abweichung des Säuregehalts erklärt sich vielleicht daraus, dass das Eiweiss nach der Behandlung mit Alkali zur Wiederentfernung des letzteren in angesäuertes Wasser gelegt wurde. Einige Proben ohne Ansäuerung selbstbereiteten Tata-Eiweisses ergaben diesen Säureüberschuss nicht und bestätigten somit die ausgesprochene Vermuthung.

e) Die für die Aschenwerthe angegebenen Ziffern sind Mittel mehrerer Bestimmungen, welche unter sich gut stimmen. Diese Werthe harmoniren aber insofern nicht, als in der Asche des Filtrats u. a. mehr Natron und Chlor gefunden wurde, als nach der procentuarischen Berechnung gegenüber dem Tatapulver möglich war. Hierbei ist zu bemerken, dass in Bezug auf beide Stoffe auch die Analysen des gewöhnlichen Hühnereiweisses stark abweichen, so gibt im Vorstehenden Weber 9,7 % der Reinasche mehr Na_2O an, als die zweite Analyse Poleck's, oder mit anderen Worten: der von letzterem gefundene Werth ist um 32,5 % geringer, als der von Weber angegebene. Für Chlor findet dagegen Poleck 5,9 % der Reinasche, oder 22,3 % des Weber'schen Werthes, mehr. — In der Hauptsache sind diese Unterschiede wohl in der Individualität der Hühner und deren Eier bedingt. Beim Tatapulver kommt noch der ungleich starke Einfluss des bei der Bereitung verwandten Alkali und der des nachfolgenden Behandelns mit Wasser oder Säure hinzu.

f) Das Aetznatron, welches Hühnereiweiss in Tataeiweiss verwandelt, scheint dabei keine Verbindung mit dem Eiweiss einzugehen; denn es wird schon bei der gewöhnlichen Tatabereitung nicht nur wieder ausgewaschen, sondern dabei wohl noch ein Theil des dem Hühnereiweisse ursprünglich zukommenden Alkali beseitigt. Durch weiteres Auswaschen lässt sich fast sämmtliches Alkali aus dem Tata entfernen.

An dieser Stelle bedarf es keiner Darlegung, dass die erwähnten Eigenthümlichkeiten des Tataeiweisses für die Würdigung desselben als Nahrungsmittel von Bedeutung sind. — Hierzu kommt die Einfachheit und Billigkeit der Herstellung aus gewöhnlichen Eiern oder getrocknetem Eiweiss. Die Geschmacklosigkeit des gequollenen Tata gestattet den Zusatz von Gewürzextracten u. dgl. in breitem Umfange. Das gequollene Tata lässt sich deshalb in mannigfacher Weise in der Küche verwerthen. Das roh gut geniessbare Tatapulver steht an Haltbarkeit anscheinend kaum einer bisher bekannten Ei-Conserve nach.

Aber auch die theoretische Chemie hat Interesse an der neuen, sich scharf abhebenden Eiweiss-Modification.

Erklärung der Abbildungen

(zu Munnich, Favuspilz, Archiv für Hygiene Bd. 8 S. 246—261).

Tafel III.

Fig. 1 u. 2. 14 Tage alte Favuscultur, 3. Generation, auf saurer Löffler'scher Agar, bei 30° aus einem Haare in Gläsern gezüchtet. Vergr. 400/1.

Fig. 3. 10 Wochen alte Favuscultur, 1. Generation, in saurer Löffler'scher Gelatine mit 2% Glucose, bei 22° aus einem Haare im Reagensglas gezüchtet; das Präparat ist aus der Tiefe des Nährbodens genommen und mit warmer 1‰ Eosin-Lösung gefärbt. Vergr. 400/1.

Fig. 4. Aus der gleichen 10 Wochen alten Cultur von einem kleinen Knöpfchen an der Oberfläche. Vergr. 400/1.

Tafel IV.

Fig. 5. Mycelfaden aus der letztgenannten Cultur (Fig. 3 u. 4, Tafel III). Vergr. 1000/1.

Fig. 6. 14 Tage alte Cultur aus einer Blutserum-Agar-Platte bei 30°; 1. Generation aus einer lang aufbewahrten der Kopfhaut entnommenen Favusborke. Vergr. 400/1.

Fig. 7. Ein in saurer Löffler'scher Agar im Reagensglas bei 30° gekeimtes Favushaar. Vergr. 100/1.

Fig. 8. Sporotrichum laxum. Vergr. 400/1.

Fig. 9. Aspergillus clavatus. Vergr. 80/1.

End.